



IPG

Politécnico
da Guarda
Polytechnic
of Guarda

RELATÓRIO DE PROJETO

Licenciatura em Engenharia Topográfica

Marlise Martins Varela

junho | 2020





Escola Superior de Tecnologia e Gestão

RELATÓRIO DE PROJETO

IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE OBSERVAÇÕES NOS TALUDES DA VICEG
(VIA DE CINTURA
EXTERNA DA GUARDA), JUNTO À ROTUNDA DO G

MARLISE MARTINS VARELA
RELATÓRIO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE LICENCIATURA
EM ENGENHARIA TOPOGRÁFICA

Identificação do Aluno

Aluna

Nome: Marlise Martins Varela

Nº Aluno: 1012550

Curso: Engenharia Topográfica

Endereço eletrónico: lisehalmeida07@gmail.com

Contacto telemóvel: 960470865

Projeto

Instituição: Instituto Politécnico da Guarda, Escola Superior de Tecnologia e Gestão.

Designação do Projeto: Implementação de um Plano de Observações nos taludes da VICEG (Via de Cintura Externa da Guarda), junto à rotunda do G.

Localidade: Guarda, Portugal.

Professora Orientadora

Nome: Eufémia da Glória Patrício

Grau Académico: Doutoramento em Engenharia Geográfica

Período do Projeto

Início do Projeto: 22/03/2019

Fim do Projeto: 30/09/2019

Resumo

A monitorização de estruturas geotécnicas tem ganho uma relevância crescente devido a ocorrência de acidentes por instabilização das mesmas, provocando perdas de vidas e grandes prejuízos materiais.

Este trabalho tem como objetivo o estudo da estabilidade de um talude, localizado na VICEG (Via de Cintura Externa da Guarda) entre a rotunda do G até à via de acesso para o Hospital), na cidade da Guarda, por meio da monitorização com observações topográficas, realizadas durante 5 meses.

Na topografia, as tecnologias utilizadas no processo de monitorização de obras de construção civis variam de acordo com o porte da estrutura, assim, este trabalho apresenta a técnica de monitorização periódica utilizando a Estação Total, por meio das observações de alvos implantados ao longo do talude.

Este estudo teve como base a avaliação das condições geológicas, bem como os fatores externos que atuam sobre o talude, que em conjunto definem o comportamento deste e os seus mecanismos de deformação e rotura.

Os resultados mostraram que os deslocamentos são pequenos, no entanto, suficientes para mobilizar a resistência residual do solo local. O deslocamento ocorre principalmente no material frágil depois de chuvas de grande intensidade em curtos períodos (até 3 dias). Concluiu-se que intervenções drenantes serão necessárias para estabilizar a movimentação.

Agradecimento

Na realização do presente projeto, contei com o apoio direto ou indireto de múltiplas pessoas e às quais estou profundamente grata. Correndo o risco de injustamente não mencionar algum dos contributos quero deixar expresso os meus agradecimentos:

À Orientadora do Projeto, docente na Escola Superior de Tecnologia e Gestão da Guarda (IPG), Engenheira Geógrafa Eufémia da Glória Patrício, pela orientação prestada, pelo seu incentivo, disponibilidade e apoio que sempre demonstrou.

À minha mãe, Margarida De Almeida Martins, pela coragem, pelo incentivo, pelos conselhos, pela oportunidade que me deste de chegar até aqui, pois sem ti teria sido impossível, por todo o apoio económico, pela força e pelo carinho que sempre me prestaram ao longo de toda a minha vida académica, bem como, à elaboração da presente tese, aqui lhe exprimo a minha gratidão.

A todos os docentes, pela compreensão, pela dedicação e principalmente pelos ensinamentos e apoios prestados perante a minha vida académica, só lhes tenho a agradecer.

Ao meu namorado, Helmer dos Prazeres por ter caminhado ao meu lado, pela sua paciência, compreensão e ajuda prestada durante a elaboração do presente projeto, especialmente por apresentar sempre um sorriso, quando sacrificava os dias, as noites, os fins-de-semana e os feriados em prol da realização deste estudo.

A todos os amigos, colegas e familiares que de uma forma direta ou indireta, contribuíram, ou auxiliaram na elaboração do presente estudo, pela paciência, atenção e força que prestaram em momentos menos fáceis. Para não correr o risco de não enumerar algum não vou identificar ninguém, aqueles a quem este agradecimento se dirige sabê-lo-ão, desde já os meus agradecimentos.

Enfim, quero demonstrar o meu agradecimento, a todos aqueles que, de um modo ou de outro, tornaram possível a realização de projeto.

Etapas do Projeto

O Projeto VICEG divide-se nas seguintes etapas:

1ª Etapa: Reconhecimento do Terreno

2ª Etapa: Identificação dos Alvos já existentes, dos pontos fixos (PFs) e dos pontos de Orientação (PORs);

3ª Etapa: Implantação de 2 PFs que foram destruídos;

4ª Etapa: Realização das campanhas de observação;

5ª Etapa: Tratamentos dos dados recolhidos em campo. Elaboração do relatório final.

Índice Geral

Resumo	ii
Agradecimento	iii
Etapas do Projeto	iv
Índice Geral	v
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xii
Índice de Gráficos	xiv
Capítulo I	1
1. Introdução	2
1.1. Enquadramento geral	2
1.2. Objetivos	3
1.3. Estruturação do trabalho	3
Capítulo II	5
Noções Teóricas Relacionados à Monitorização Topográfica	5
2. Monitorização topográfica	6
3. Métodos Topográficos-Geodésicos	7
3.1 – Triangulação	9
3.2 – Poligonal	9
3.3 – Nivelamento Geométrico	10
3.4 – Varrimento Laser Scanner – GLS	11
3.5 – GNSS (Global Navigation Satellite System)	12
3.6 – Fotogrametria	14

4 – Métodos de medição de deslocamentos internos	16
4.1 – Extensómetros	16
4.2 – Inclínómetro	17
5 – Método de Monitorização Utilizando Radares de Imagem	18
5.1 - O SAR	18
5.2 - O InSAR	19
5.3 - O RAR	20
5.4 - O Slope Stability Radar -SSR	21
Capítulo III	27
Noções Teóricas Relacionados ao Taludes	27
3 - Taludes	28
3.1.- Tipologias de Taludes	28
3.1.1 - Instabilidade de Taludes	29
3.1.2 - Tipos de instabilidade nos taludes	29
3.1.3 - Consequências de Instabilidade em Taludes	29
3.2 - Metodologias e Tecnologias de Estabilização	30
3.3 - Estruturas de Contenção	31
3.3.1 - Redes Metálicas.....	31
3.3.2 - Muros de Suporte.....	32
3.3.3 - Gabiões	32
3.3.4 - Muros de Betão	33
Capítulo IV	35
Sistema de projeção cartográfica utilizada	35
4 - PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989	36
Capítulo V	39

Materiais e equipamentos utilizados	39
5.1- Alvos topográficos	40
5.2- Rede de apoio	41
5.2.1 - Pontos fixos	41
5.2.2 - Pontos de orientação.....	42
5.3 -Monitorização dos alvos para as 5 Campanhas de observação	43
5.4 - Equipamento de Segurança utilizado na realização do projeto	44
Capítulo VI	45
Descrição do Local de Estudo e Métodos de Trabalho	45
6.1 - Reconhecimento do local em estudo	46
6.2 - Implementação de um Plano de Observações nos Taludes da VICEG	47
6.3 – Coordenadas dos pontos de Apoio	49
Capítulo VII	50
Campanhas de Observação dos alvos	50
7.1 – Campanha de Referência	51
7.2 – Primeira (1ª)Campanha Topográfica	52
7.3 –Campanhas Topográficas Posteriores - 2ª a 5ª	53
Capítulo VIII	56
Apresentação e interpretação dos Resultados obtidos	56
8.1 - Deslocamentos dos alvos topográficos	57
8.2 - Analise Gráfica das observações realizadas	64
8.2.1 - Analise Gráfica das observações realizadas sem os erros grosseiros.....	69
8.3 - Diferença máximo, mínimo e média dos alvos	72

8.4 - Estudo de possíveis tendências dos alvos de acordo com as observações efetuadas	75
8.5 - Desvio padrão angular dos pontos fixos	79
8.6 - Estudo e Análise Gráfica do Desvio Padrão dos Alvos Monitorizados	80
8.7 - Análise dos Resultados Obtidos em função do Tipo de Alvo	82
8.8 - Análise dos Resultados Obtidos em função do Material do Talude	86
Capítulo IX	90
Sistema de Informação Geográfica da Via da Cintura Externa da Guarda (zona a monitorizar)	90
9.1 - Sistema de Informação Geográfica da VICEG	91
Capítulo X	102
10.1 – Conclusão	103
Bibliografia	105
Anexos	107

Índice de Figuras

Figura 1 - Resumo das ações relacionadas com a Monitorização	6
Figura 2 - Método da Triangulação	9
Figura 3 - Esquema planimétrico de uma poligonal fechada com orientação externa.	10
Figura 4 - Nivelamento Geométrico Simples.....	10
Figura 5.....	14
- Global Navigation Satellite System (Fonte: Section 1 An Introduction to GnsS NovAtel)	14
Figura 6 - Fotogrametria Aérea (Fonte: Apontamentos Fotogrametria I)	15
Figura 7 - Extensómetro	16
Figura 8 - Inclínómetro.....	17
Figura 9 - Modo de operação do radar SSR (Fonte: BASEADO NA PATENTE US 2010/0066586)..	21
Figura 10 - Sistema de monitoramento de taludes que fornece medições contínuas de movimentos em Superfícies de rochas (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).	22
Figura 11 - SSR operando em uma mina a céu aberto (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).	22
Figura 12 - Imagem obtida através de um radar SSR mostrando áreas antes do colapso (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).....	22
Figura 13 - Esquema do equipamento de radar SSR (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).	23
Figura 14 - linhas de varredura SSR ao longo dos lados de um talude (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).....	24
Figura 15- Exemplo da deformação de um talude durante um intervalo de tempo (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).....	25
Figura 16 - O SSR transmite um sinal. O sinal salta fora da parede e o SSR o recebe de volta (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).....	25

Figura 17 - O SSR mede a mudança de fase e calcula o quanto a parede se moveu (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).....	26
Figura 18 - Medindo a variação das fases entre duas varreduras (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).....	26
Figura 19 - Classificações de Movimentos de Massa.....	30
Figura 20 - Exemplo da aplicação de redes metálicas em taludes	31
Figura 21 - Exemplo da aplicação de muro de arrimo	32
Figura 22 - Gabião (WWW.GOOGLE.COM)	33
Figura 23 - Muros de betão com ancoragens (WWW.GOOGLE.COM)	34
Figura 24 - Área geográfica de competência do Datum ETRS89	36
Figura 25 - Sistema de Eixos de Coordenadas Retangulares	37
Figura 26 - Diana Refletora Adesiva.....	40
Figura 27 - Estacas de metal	40
Figura 28 - Ponto fixo	41
Figura 29 - Spray de sinalização.....	41
Figura 30 - Ponto de orientação	42
Figura 31 - 2 Primas Circulares Leica	43
Figura 32 - Fita Métrica	43
Figura 33 - Trpé de Pinça	43
Figura 34 - Tripé Leica	43
Figura 35 - 2 Bastões Topográficos	43
Figura 36 - Estação Total Leica	43
Figura 37 - Equipamentos de segurança rodoviária e do operador	44
Figura 38 - Fotografia panorâmica da zona de reconhecimento.....	46
Figura 39 - Sinalização dos alvos com o Spray.....	47
Figura 40 - Tendência do talude no sistema de eixos	64
Figura 41 - Orientação definida para a zona de estudo	76

Figura 42 - Alvos monitorizados no sistema de coordenadas	78
Figura 43 - Estado de alteração do maciço (Fonte: https://ria.ua.pt/bitstream).....	86
Figura 44 - Camada vetorial.....	91
Figura 45 - Adicionar shapefiles.....	92
Figura 46 - Shapefiles fornecidas pela Câmara Municipal da Guarda	92
Figura 47 - Levantamento topográfico da VICEG.....	93
Figura 48 - Camada de texto limitado.....	94
Figura 49 - Importação dos ficheiros txt	95
Figura 50 - Visualização da zona de observações e das distintas camadas de informação	95
Figura 51- Visualização da zona de observações e das distintas camadas de informação (imagem google hybrid).....	96
Figura 52 - Ferramenta "Propriedades da Camada"	96
Figura 53 - Zona de trabalho do Projeto	97
Figura 54 - Alvos monitorizados pela operadora Marlise Varela.....	98
Figura 55– camada relativa ao tipo de alvo	99
Figura 56 - Tabela de atributo referente a camada tipo de alvo.....	99
Figura 57 - camada relativa ao tipo de material do talude	100
Figura 58 - Tabela de atributo referente a camada material do talude.....	100
Figura 59 - camada relativa a rede de apoio topográfica	101
Figura 60 - Tabela de atributo referente a camada rede de apoio.....	101

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Sistema de Referência Terrestre Europeu (Fonte: Direção Geral do Território).....	38
Tabela 2 – Calendarização das campanhas	48
Tabela 3 – Visibilidade dos alvos a monitorizar relativamente aos pontos fixos	48
Tabela 4 - Coordenadas dos pontos fixos e de orientação.....	49
Tabela 5 - Campanha de referência	52
Tabela 6 - 1ª Campanha Topográfica	53
Tabela 7 - 2ª Campanha Topográfica	53
Tabela 8 - 3ª Campanha Topográfica	54
Tabela 9 - 4ª Campanha Topográfica	54
Tabela 10 - 5ª Campanha Topográfica	55
Tabela 11 – 1ª verificação	58
Tabela 12 - 2ª verificação	60
Tabela 13 - 3ª verificação	61
Tabela 14 - 4ª verificação	62
Tabela 15 - 5ª verificação	63
Tabela 16 – Variação da Coordenada M em todas as campanhas	66
Tabela 17 . Variação da Coordenada P em todas as campanhas	67
Tabela 18 - Variação da Cota em todas as campanhas	68
Tabela 19 - Variação da Coordenada M em todas as campanhas sem os erros grosseiros.....	69
Tabela 20 - Variação da Coordenada P em todas as campanhas sem os erros grosseiros	70
Tabela 21 - Diferenças Máximas, Mínimas e Média entre as campanhas	72
Tabela 22 - Simbologia utilizada para análise de tendências de deslocamento	75
Tabela 23 - Estudo da tendência de deslocamento dos alvos monitorizados.....	77
Tabela 24 - Desvio padrão dos pontos fixos.....	79

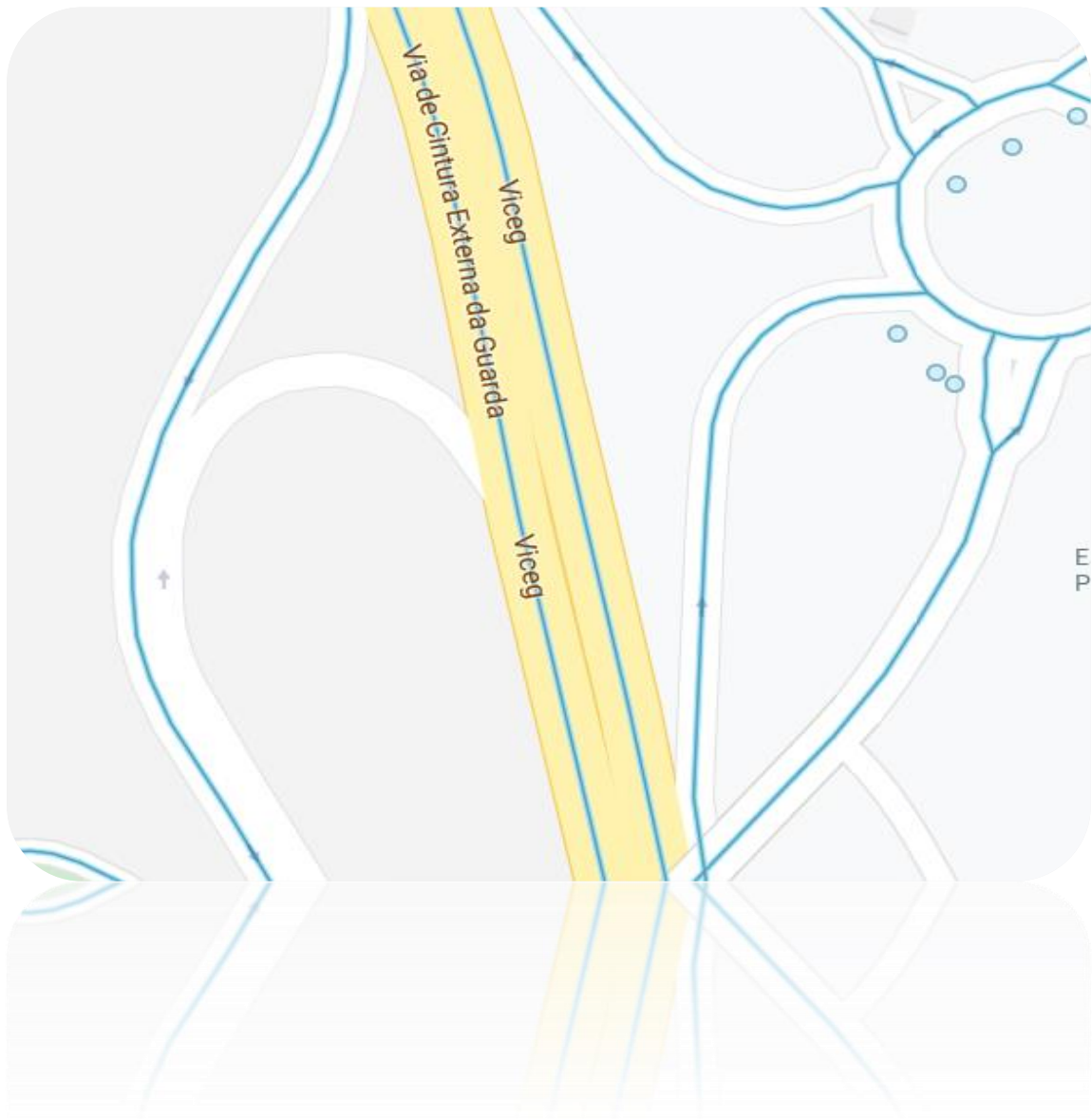
Tabela 25 – Desvio padrão dos alvos monitorizados.....	80
Tabela 26- Tipo de alvo (coordenada M)	82
Tabela 27 - Tipo de alvo (coordenada P).....	83
Tabela 28 - Tipo de alvo (Cota)	84
Tabela 29 - Material do talude onde se encontram os alvos (Coordenada M)	87
Tabela 30 - Material do talude onde se encontram os alvos (Coordenada P)	88
Tabela 31- Material do talude onde se encontram os alvos (Cota).....	89

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Variação da Coordenada M em todas as campanhas.....	66
Gráfico 2 - Variação da Coordenada P em todas as campanhas	67
Gráfico 3 - Variação da Cota em todas as campanhas	68
Gráfico 4 - Variação da Coordenada M em todas as campanhas sem os erros grosseiros.....	69
Gráfico 5 - Diferenças Máximas, Mínimas e Média para as Coordenadas M entre as campanhas....	72
Gráfico 6 - Diferenças Máximas, Mínimas e Média para as Coordenadas P entre as campanhas.....	73
Gráfico 7 - Diferenças Máximas, Mínimas e Média para as Cota entre as campanhas	74
Gráfico 8 - Desvio padrão dos alvos monitorizados.....	81
Gráfico 9 - Tipo de alvo (coordenada M)	82
Gráfico 10 - Tipo de alvo (coordenada P).....	83
Gráfico 11 - Tipo de alvo (Cota)	84
Gráfico 12 - Material do talude onde se encontram os alvos (Coordenada M).....	87
Gráfico 13 - Material do talude onde se encontram os alvos (Coordenada P)	88
Gráfico 14 - Material do talude onde se encontram os alvos (Cota).....	89

Capítulo I

Introdução



1. Introdução

1.1. Enquadramento geral

A proteção do meio ambiente tem sido um aspeto essencial nas políticas das sociedades modernas. Essas políticas relacionam-se com a sustentabilidade, a durabilidade, a conservação e a reabilitação das construções, visando o aumento do desempenho das construções e a redução dos impactos ambientais, garantindo sempre o conforto e a segurança dos seus utentes.

Neste contexto, a monitorização estrutural assume um papel determinante no aumento da durabilidade e da performance das construções, através da observação do seu comportamento, podendo ser um meio eficaz para alertar, em tempo útil, da necessidade de eventuais ações de reabilitação ou reconstrução.

A instrumentação geotécnica de taludes naturais e a utilização dos resultados para análises de estabilidade verificam o comportamento dos elementos investigados e estimam, ao longo da vida útil da obra, a ação dos fatores de instabilização (fortes chuvas, ações de carregamentos, etc.). A instrumentação de áreas de risco significa sistematizar as observações sobre o comportamento das mesmas, sendo uma prática que cresce de importância nos dias atuais.

O caso em estudo situa-se na região da Guarda, na Via de Cintura Externa da Guarda, numa zona de grande tráfego urbano. O presente trabalho foi planeado com o objetivo de acompanhar as deformações referentes ao talude em questão, de modo a evitar acidentes causadas tanto pela possível intervenção direta do homem como pelos fenômenos naturais.

Os acidentes causados pela ação do homem podem causar grandes impactos na sociedade, além dos danos e prejuízos, podem desestruturar completamente uma comunidade e ainda expor a vida de cada indivíduo ao perigo.

1.2. Objetivos

A geotecnia assume um papel importante nas vias de comunicação. Devido à ocorrência de acidentes por instabilização de taludes que provocam perdas de vidas e grandes prejuízos materiais, a monitorização de estruturas geotécnicas tem ganho uma relevância crescente. De modo a determinar estratégias para dizimar essas ocorrências, torna-se interessante explorar a área de monitorização de um talude.

Neste relatório encontram-se descritos os pontos referentes à monitorização de taludes, desde o plano de instrumentação e observação, definido em fase de projeto, até à análise dos resultados das campanhas de observação.

Este caso de estudo foi fundamento para a realização de um estágio curricular realizado no âmbito do Projeto Final de Licenciatura em Engenharia Topográfica, cujo principal objetivo foi o acompanhamento da monitorização de zonas da VICEG que sofreram intervenções, ao nível da estabilização de taludes.

1.3. Estruturação do trabalho

O projeto encontra-se estruturada de forma a dar resposta aos objetivos já escritos e salientados, composto assim por dez capítulos.

No primeiro Capítulo é feita a Introdução e descrevem-se os objetivos pretendidos com o esse projeto.

No segundo Capítulo são abordados os conceitos teóricos relativos à monitorização Topográfica e os diversos métodos existentes para o desempenho dessa função, desde os métodos de triangulação ao método de varrimentos laser, e entre outros.

No terceiro Capítulo são destacadas as noções teóricas relativamente ao talude, ressaltando assim algumas consequências da sua instabilidade e algumas estruturas de contenção mais usual.

No quarto Capítulo é abordado o sistema de projeção cartográfica utilizado para esse trabalho.

No quinto Capítulo são apresentados os materiais e equipamentos indispensáveis para a realização do projeto em causa, mostrando assim os respetivos nomes e fotografias.

No sexto Capítulo retratou-se o processo de reconhecimento do local a ser monitorizado e o método de trabalho a ser utilizado, assim como a recolha de algumas informações necessárias para prosseguir com as campanhas.

No sétimo Capítulo apresentam-se os dados obtidos nas 5 campanhas, tanto do lado direito do talude como do lado esquerdo do mesmo.

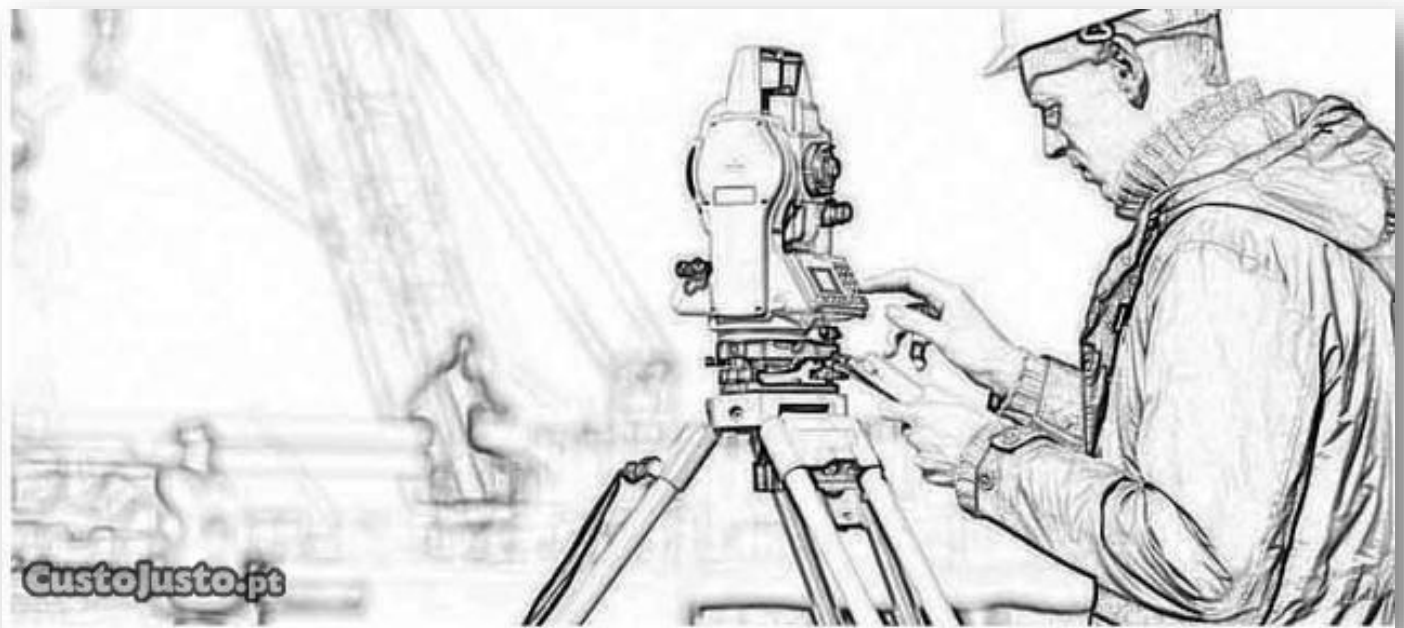
No oitavo capítulo fez-se a análise dos dados recolhidos por meio de diferenças entre a campanha seguinte com a anterior obtendo assim informações necessários para concluir o comportamento do talude da VICEG (troço do lado esquerdo).

No nono Capítulo são mostrados os pontos fixos sobrepostos com a cartografia local, assim como os alvos topográficos, mostrando assim algumas competências do *Software* QGIS.

No décimo capítulo são apresentadas as conclusões.

Capítulo II

Noções Teóricas Relacionados à Monitorização Topográfica



2. Monitorização topográfica

A monitorização topográfica é uma técnica que se baseia na observação periódica de pontos, com equipamento topográfico. O seu objetivo passa por controlar possíveis deslocações e deformações que possam existir, sejam estes movimentos originados pelo homem ou pela natureza (*Fonte: sinergeo.pt*).

A monitorização é feita através da implementação de um sistema de observação geodésica, composto no geral por pontos de referência (estação) e por pontos alvo.

A Monitorização das Estruturas contribui para a Conservação do Património, porque:

- Apoia o controlo da execução das obras;
- Avalia a conformidade das estruturas executadas;
- Contribui para o conhecimento do funcionamento das estruturas;
- Avalia as condições de integridade estrutural;
- Permite o acompanhamento do ciclo de vida das estruturas;
- Permite a Avaliação da durabilidade, ou longevidade das obras.

O termo monitorização significa controlar, vigiar ou supervisionar, para o caso, obras de engenharia civil e outras.

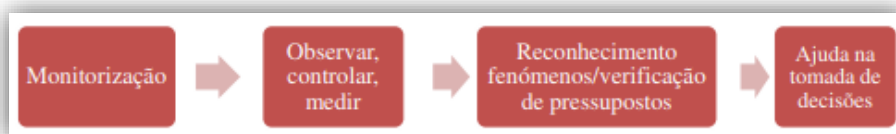


Figura 1 - Resumo das ações relacionadas com a Monitorização

A monitorização estuda e analisa o comportamento e as respetivas características de estruturas geotécnicas, com o intuito de verificar o comportamento da estrutura quando está sujeita a cargas, movimentos, ações provocadas por fenómenos naturais, ou mesmo pela ação do homem.

3. Métodos Topográficos-Geodésicos

Na monitoração de estruturas, além de outros métodos instrumentais, também são empregues métodos geodésicos e topográficos. A geodesia e a topografia, com suas tecnologias afins e metodologias, são aliados que contribuem para o julgamento do estado de uma estrutura, proporcionando assim dados suficientemente fidedignos.

A monitoração de estruturas por métodos geodésicos ou topográficos, ocorre há muitas décadas, quando então se baseava principalmente na observação de ângulos, distâncias e desníveis, através de procedimentos como a triangulação, a trilateração e o nivelamento. Tais procedimentos eram desenvolvidos com maior morosidade na fase de aquisição de dados, sendo os dados registados manualmente e processados dentro de limites computacionais mais estreitos que aqueles de que se dispõe atualmente.

O período de tempo em que se espera ocorrerem os deslocamentos é fundamental na definição da metodologia a ser empregada. Por exemplo, no controle de deslocamentos de uma barragem, as medições são realizadas com intervalos de semanas a meses, enquanto que em uma ponte o intervalo pode ser de minutos, quando a carga é estática, e de alguns segundos e alta taxa de aquisição de dados, quando a carga é dinâmica. Sob outras considerações pode ser necessária a monitorização contínua, tanto em baixas quanto em altas taxas de aquisição de dados, bem como pode ser desejável um determinado nível de automatização do processo.

Os métodos geodésicos e topográficos usados na monitorização de estruturas contribuem para definir a posição espacial de elementos estruturais, a partir de pontos de referência externos e independentes das estruturas, contribuindo assim com informações sobre as mesmas (*Fonte: sinergeo.pt*).

A rede de observação é constituída por pontos materializados por pilares, estacas que estejam devidamente fixados na estrutura subjacente. Estes pontos podem ser classificados, segundo a sua função no sistema, em:

- **Pontos objeto** são os pontos cujos deslocamentos se pretendem determinar.
- **Pontos de referência**, também chamados de pontos de apoio ou pontos fixos, são aqueles a partir dos quais se determinam os deslocamentos dos pontos objeto.
- **Pontos Auxiliares**, são acrescentados no sistema de maneira a melhorar a respetiva configuração geométrica, sendo materializados por pilares análogos aos dos pontos de referência.
- **Pontos alvo**, servem exclusivamente para serem visados, materializados por alvos topográficos, por prismas refletorizantes ou por peças de centragem forçada.
- **Pontos estação**, utilizados para estacionar equipamentos (taqueómetros, teodolitos), sendo por vezes utilizados para estacionar alvos ou primas, transformando-se assim em pontos alvo.

◆ **Métodos de Monitorização Geodésica**

- ❖ Triangulação;
- ❖ Poligonação;
- ❖ Nivelamento Geométrico;
- ❖ Varrimentos Laser;
- ❖ GNSS, **Global Navigation Satellite System**;
- ❖ Fotogrametria;
- ❖ InSAR, Interferometric Synthetic Aperture Radar;
- ❖ GB-SAR, Ground- Based - Synthetic Aperture Radar.

3.1 – Triangulação

Este método consiste na medição de distâncias e de ângulos horizontais e verticais, de acordo com sequências e regras de operações previamente planeadas. Os valores obtidos são de seguida ajustados, validados e transformados em deslocamentos, com base em modelos matemáticos apropriados.

A triangulação é o método mais usado para determinar deslocamentos absolutos de pontos de controlo de uma construção ou na sua vizinhança. É um método lento e dispendioso, mas muito fiável devido à grande quantidade de observações redundantes que se fazem (João Casaca, 2005).

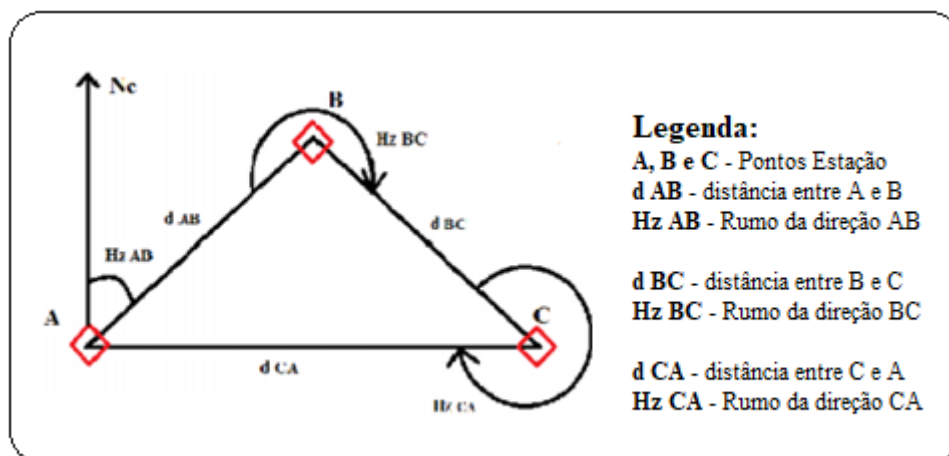


Figura 2 - Método da Triangulação

3.2 – Poligonal

São estabelecidas poligonais para determinação de coordenadas bidimensionais de pontos ao longo de uma linha poligonal.

A poligonal pode ser complementada com a determinação de altitudes, utilizando Nivelamento Geométrico ou Geodésico/Trigonométrico. O nivelamento Geodésico só deve ser utilizado quando não forem requeridas grandes precisões, isto é, ao nível do mm ou cm, como por exemplo em barragens de terra.

Em poligonais os alvos a utilizar devem ser de elevada precisão devido à poligonal ser muito sensível à propagação dos erros. Devem ser utilizadas distâncias inferiores a 100m.

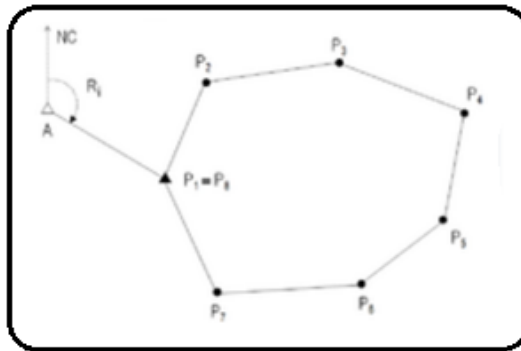


Figura 3 - Esquema planimétrico de uma poligonal fechada com orientação externa.

$$R_i = R_{AP1} = \arctan \frac{M_{P1} - M_A}{P_{P1} - P_A}$$

- ◆ **Ri** -Rumo da direção AP1;
- ◆ P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 e P8 são os vértices visados;
- ◆ **A** – é o ponto de coordenadas conhecida

3.3 – Nivelamento Geométrico

É um procedimento exato e simples de medir diferenças de nível. Para minimizar as influências do erro de inclinação do nível é recomendável utilizar o método das visadas iguais e Contra Nivelamento (João Casaca, 2005).

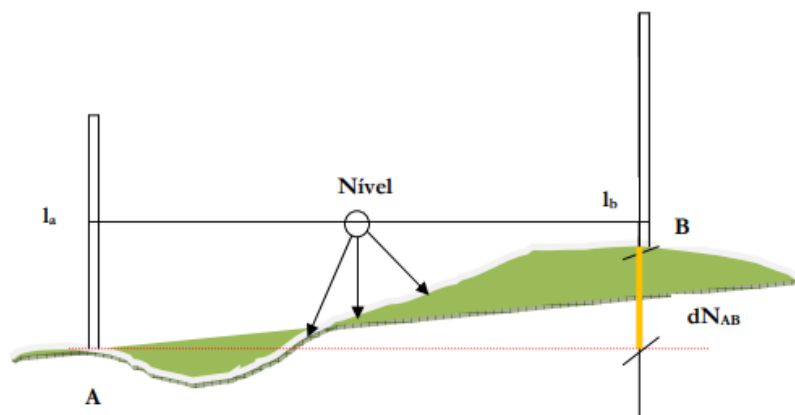


Figura 4 - Nivelamento Geométrico Simples

$$dN_{AB} = I_a - I_b$$

I_a , leitura atrás
 I_b , leitura à frente

3.4 – Varrimento Laser Scanner – GLS

As observações com o GLS podem ser efetuadas de um ponto fixo na Terra ou de um veículo em movimento ou de um sistema de satélite. Os detalhes do instrumento dependem de fatores como a energia do impulso, número de impulsos por segundo, o desenho do scanner, e o tipo de sensor sendo o princípio de funcionamento comum para todos os pontos de observação (*Fonte: Elizabete Raposa, 2011*).

O GLS pode ter três princípios de funcionamento:

- com base no cálculo da diferença de fase;
- com base no tempo de emissão e receção do Impulso ou radiação, *Time Of Flight* (TOF);
- triangulação.

Para obras da dimensão de barragens o método apropriado é o TOF. Este tipo de laser mede a distância a um ponto objeto utilizando um laser que emite radiação eletromagnética e medindo o tempo entre a emissão da radiação e a deteção do sinal refletido. Este método é menos preciso e menos rápido, mas tem um maior alcance, comparativamente aos lasers que utilizam a diferença de fase como método de funcionamento.

Os equipamentos lasers scanner que têm a diferença de fase como princípio de funcionamento utilizam a mudança de fase entre a onda transmitida e refletida como método para calcular a distância ao ponto objeto.

Este equipamento é constituído por uma cabeça motorizada rotativa (de eixo vertical) que combina com um espelho rotativo (de eixo horizontal), sendo que ambas as rotações têm medidores angulares de alta precisão.

A combinação dos componentes do equipamento permitem efetuar um varrimento de feixe de laser no plano horizontal de 360º e, ao longo deste, um varrimento de abertura vertical

de 90°. Os medidores angulares e a distância dada pelo tempo de ida e de volta da onda eletromagnética permitem coordenar cada ponto que reflete a referida emissão a uma cadência de 12 000 pontos por segundos.

O varrimento laser permite observar deformações com um grau de incerteza que pode atingir os poucos milímetros. A incerteza vai depender das especificações do equipamento, dos procedimentos operacionais e computacionais, dos acessórios, da configuração da instalação, das propriedades óticas das superfícies refletoras e das competências profissionais dos operadores (*Fonte: Elizabete Raposa, 2011*).

Durante o tempo de vida útil da obra também são efetuadas inúmeras inspeções visuais, das quais resulta uma grande variedade de documentos e de informação para analisar. Para além disto, as inspeções visuais tradicionais não estão preparadas para serem processadas eletronicamente, mesmo quando são recolhidas em formato eletrónico. Com a utilização de um sistema, que combina um laser e uma máquina fotográfica é possível adquirir informação das inspeções visuais, registá-la e processá-la eletronicamente com uma qualidade métrica e com qualidade e fiabilidade, podendo tornar os sistemas de informação geográfica importantes no controlo de segurança de alguns tipos de obra geotécnicas, como é o caso das barragens (*Fonte: Elizabete Raposa, 2011*).

Ao que se refere ao talude da VICEG não é muito aconselhável o uso desse método devido a não linearidade da estrutura em caso, ou seja, a estrutura não é homogénia, por isso os dados não são confiantes.

3.5 – GNSS (Global Navigation Satellite System)

Satellite Navigation ou Satnav é um sistema que usa satélites para fornecer posicionamento geoespacial autónomo. Ele permite que pequenos recetores eletrónicos determinem a sua localização (longitude, latitude e altitude ortométrica / elevação (altitude Elipsoidal)) com alta precisão (de alguns centímetros a metros) usando sinais de tempo transmitidos via rádio ao longo de uma linha de visão para satélites. O sistema pode ser usado para fornecer posição, navegação ou para rastrear a posição de algo equipado com um recetor (rastreamento por satélite). Os sinais também permitem que o recetor eletrónico calcule a

hora local atual com alta precisão, o que permite a sincronização da hora. Os sistemas Satnav operam independentemente de qualquer receção telefónica ou pela Internet, embora essas tecnologias possam aprimorar a utilidade das informações de posicionamento geradas.

Um sistema de navegação por satélite com cobertura global pode ser denominado Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS). Em outubro de 2018, o Sistema de Posicionamento Global (GPS) dos Estados Unidos e o Sistema de Navegação Global por Satélite da Rússia (GLONASS) ficaram totalmente operacionais, com o Sistema de Navegação por Satélite da China BeiDou (BDS). O sistema Galileo da União Europeia está programado para estar totalmente operacional em 2020. O sistema de satélite Quasi-Zenith do Japão (QZSS) é um sistema de aumento baseado em satélite GPS para aprimorar a precisão do GPS, com navegação por satélite independente do GPS programado para 2023. A Índia já possui o Sistema Regional de Navegação por Satélite da Índia (IRNSS) com o nome operacional NAVIC, é um sistema regional autónomo de navegação por satélite que fornece serviços precisos de posicionamento e tempo em tempo real e prevê-se expandir para uma versão global a longo prazo (*Fonte: Elizabete Raposo, 2011*).

A cobertura global para cada sistema é geralmente obtida por uma constelação de satélites de 18 a 30 satélites considerados na órbita média terrestre (MEO) espalhados entre vários planos orbitais. Os sistemas atuais variam, mas usam inclinações orbitais maior que 50 ° e períodos orbitais de aproximadamente doze horas (a uma altitude de cerca de 20.000 quilómetros ou 12.000 milhas), (*Fonte: Elizabete Raposo, 2011*).

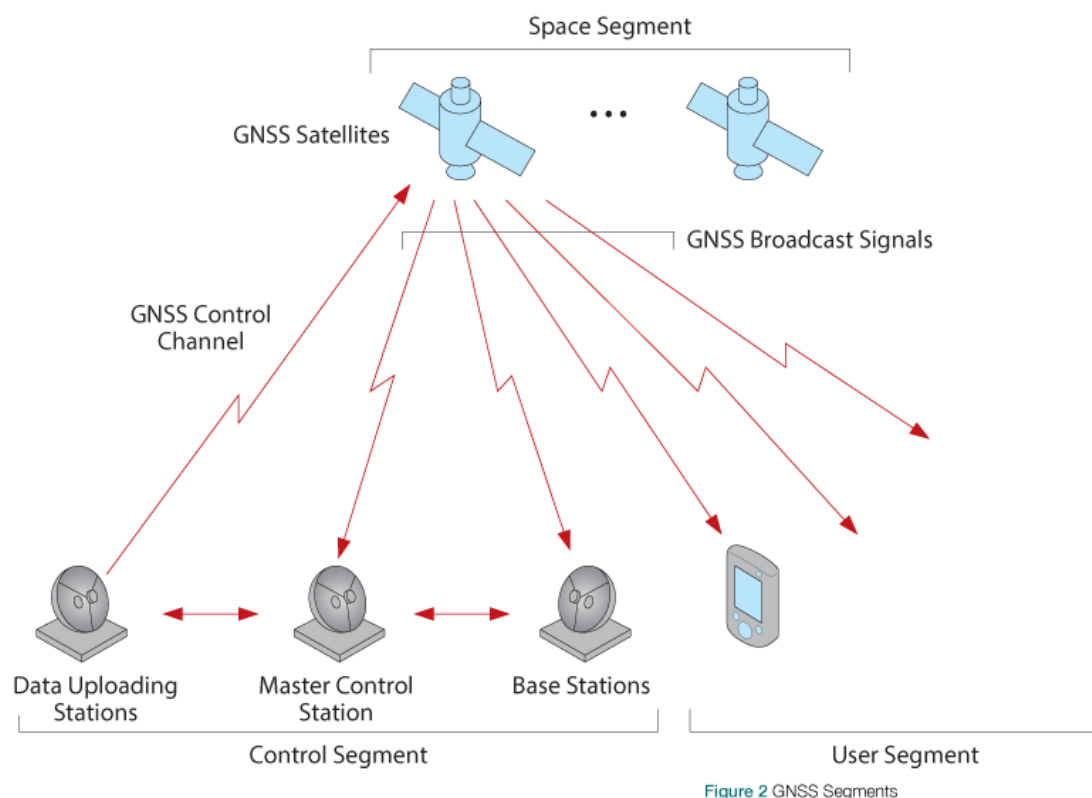


Figura 5 - Global Navigation Satellite System (Fonte: Section 1 | An Introduction to Gns | NovAtel)

3.6 – Fotogrametria

A fotogrametria é a disciplina que se ocupa da medição, análise e interpretação de “fotogramas” com vista à classificação e determinação da posição e dimensões “reais” dos objetos neles representados.

Geralmente a fotogrametria fornece precisões na ordem 0,001% e 0,015% da trajetória do voo acima do solo, nas coordenadas horizontais e verticais, respetivamente.

Este método é oneroso e, geralmente não oferece a precisão suficiente para a monitorização de barragens, sendo, no entanto, ideal para a observação de movimentos de terrenos nas imediações da barragem. Para precisões na ordem do centímetro é necessária a instalação de marcas, enquanto se as precisões requeridas forem na ordem dos decímetros não é necessário instalar marcas. Naturalmente tem que haver algumas marcas de referência instaladas.



Figura 6 - Fotogrametria Aérea (Fonte: Apontamentos Fotogrametria I)

Um método de monitorização de taludes muito usual é a fotogrametria de eixos convergentes.

Em fotogrametria de eixos convergentes o plano de trabalho é definido por um grupo de raios ou direções que se intercetam. Em uma fotografia são registadas simultaneamente um conjunto de direções espaciais de todos os pontos visíveis do objeto. Este conjunto de direções pode ser convertido para o meio digital por medições nas fotografias.

As medições são monoculares exigindo, portanto, que os pontos no objeto estejam sinalizados, ou pelo menos constituírem-se de detalhes que sejam facilmente identificáveis e mensuráveis de forma acurada em fotografias individuais.

O conjunto de raios das fotografias individuais são amarradas entre si por pontos chamados de pontos homólogos. As estações de tomadas das fotografias não precisam ser fixas, isto é, possuem posições livres e até mesmo pode ser dispensável o uso de tripés isso implica que a orientação externa do conjunto de raios seja a priori desconhecida. Os pontos no objeto devem aparecer em no mínimo duas fotografias (melhor em três para verificação) e os raios não devem se intercetar formando ângulos estreitos.

Com os dados fotogramétricos é possível criar uma nuvem de pontos da superfície do talude, que dá subsídio à elaboração de um modelo tridimensional da área de estudo

4 – Métodos de medição de deslocamentos internos

- Extensómetros
- Inclinómetro

4.1 – Extensómetros

Medem a variação da distância entre dois pontos fixos à estrutura a auscultar. Existem vários tipos, mas para estruturas de betão interessam os que se colocam em perfurações inclinadas, verticais ou horizontais feitas no próprio betão ou na rocha circundante.

Os extensómetros têm usualmente um comprimento que pode ir de 1m até 100m. Exatidão(+ou-0.5mm), (Fonte: *Apontamento Geodesia, 2018/2019*).



Figura 7 - Extensómetro

4.2 – Inclínómetro

Inclínómetro – (métodos de monitorização de deslocamentos internos) é um instrumento que mede deslocamentos, é constituído por um tubo inclinométrico, torpedo e unidade de leitura. Existem dois tipos de inclínómetro, o vertical, que mede deslocamentos profundos horizontais, e o inclínómetro horizontal, que mede assentamentos que possam ocorrer *(Fonte: Apontamentos Geodesia, 2018/2019)*.



Figura 8 - Inclínómetro

5 – Método de Monitorização Utilizando Radares de Imagem

O radar de imagem é um sensor de radiofrequência que permite obter informações sobre características físicas (geometria, forma) e elétricas dos alvos. Um radar de imagem funciona como uma câmara fotográfica com flash, no sentido em que ele fornece a própria energia para iluminar a cena, e adquire a imagem só que no espectro das micro-ondas, i. e, comprimentos de onda próximos, ou entre 1 cm a 1m ou frequência de 300 MHz a 30 GHz. Apesar da analogia, imagens de radar são bem diferentes das óticas.

A primeira diferença está ligada à escala da interação da radiação eletromagnética (REM) com o alvo. Um radar de abertura sintética ou SAR fornece informações geométricas (variações decimétricas a centimétricas do relevo, forma) e elétricas (pela constante dielétrica relativa, fortemente influenciada pela unidade) dos alvos, pela deteção da energia retro espalhada em micro-ondas ativas (escala centimétrica de interação energia-matéria). Na REM refletida e/ou emitida (ótica) estão contidas informações da composição química e estrutura física de alvos (escala de interação micrométrica), *(Fonte: Tese ASN EPUSP, 2012)*.

Existem dois tipos gerais de sistema de RADAR. O mais antigo é o RADAR de Abertura Real e o mais atual consiste nos modelos SAR (Radar de Abertura Sintética). A descrição dos princípios de funcionamento e operação dos radares existentes (SAR e RAR) é feita brevemente nos tópicos que se seguem *(Fonte: Tese ASN EPUSP, 2012)*.

5.1 - O SAR

O SAR, Radar de Abertura Sintético,, é um sistema ativo, de visada lateral, que trabalha com sinais de rádio na faixa das micro-ondas por utilizar radiação de micro-onda, ao invés de radiação visível, é possível utilizar a técnica mesmo em ambientes de condições atmosféricas adversas, (nevoeiro, nuvens, por ex.) durante o dia ou à noite. A radiação utilizada por radares de abertura sintética é coerente, i.e., constituída de componentes com um mesmo comprimento de onda, mesmo plano de vibração (polarização) e diferença de fase constante, sendo, portanto possível de sofrer interferência.

A sequência de funcionamento de um radar de imagem é basicamente a seguinte:

- i. a antena transmite um pulso de radiação em direção ao solo;

- ii. quando o pulso atinge o solo ele se espalha em todas as direções;
- iii. uma porção desse espalhamento retorna na direção do radar, sendo chamado, portanto de retro espalhamento;
- iv. a antena capta o sinal de retro espalhamento, registando, sua amplitude, fase, polarização e tempo de retorno;
- v. os sinais captados são posteriormente processados, em conjunto, para formar uma imagem da superfície coberta.

O SAR é baseado na geração de uma longa antena sintética através do uso de processamento de sinal ao invés do uso de antena física de grandes dimensões. O princípio básico de imageamento SAR, consiste de um radar instalado em uma plataforma, tradicionalmente, aerotransportada ou orbital, porém já surgiram plataformas terrestres móveis (GB-SAR) para sua aplicação. À medida que a plataforma se desloca à velocidade V , o transmissor envia pulsos de micro-ondas modulados linearmente em frequência, conhecidos como «*chirp*», em intervalos regulados de tempo. Normalmente se convencionou a direção de voo ou deslocamento como a direção de azimute e a direção perpendicular ao voo ou deslocamento, como a direção de «range», ou alcance.

Uma das maiores vantagens das técnicas que usam imagens SAR reside no facto de uma só imagem radar possibilitar obter uma cobertura de 100 km por 100 km (ou 250 km por 250 km, no caso do satélite Sentinel-1A/B, da Agência Espacial Europeia (ESA, *European Space Agency*), em quaisquer condições atmosféricas, permitindo, estudar todas as estruturas visíveis nessa imagem, a custos muito baixos. Se a área coberta for urbana, podem considerar-se centenas, ou mesmo milhares de estruturas (Fonte: Tese ASN EPUSP, 2012).

5.2 - O InSAR

A Interferometria Radar de Abertura Sintética (InSAR) baseia-se na combinação de pelo menos duas imagens SAR. A natureza monocromática dos ecos refletidos permite-nos combinar a informação de fase de duas ou mais imagens SAR obtidas sobre a mesma área, simultaneamente ou em instantes diferentes. Estas imagens sobre a mesma área são normalmente adquiridas de perspetivas ligeiramente diferentes pelo que a segunda

imagem, imagem *slave*, terá de ser rigorosamente registada e transformada na geometria da primeira, imagem *master*, para formar um interferograma (*Fonte: Tese ASN EPUSP, 2012*).

Os radares SAR podem ser de movimentação aérea ou terrestre. O uso clássico desses sistemas é através de antenas acopladas a estações ou aviões que realizam medições ao longo da sua linha de voo. A outra possibilidade é o uso de radares móveis em terra (GB-SAR) sendo que esses equipamentos possuem um uso mais específico, e até certo ponto, refinado. Algumas das vantagens que esta metodologia apresenta são:

- Controlo completo sobre a estratégia de aquisição de dados;
- Completo controle sobre a geometria de observação o que permite medidas de deformação mais específicas;
- Alta resolução;
- Possibilidade de medida de movimento em mais que uma dimensão;
- Medidas in-situ podem ser efetuadas rapidamente;
- Alta precisão em medidas de deformação;
- Inibição dos efeitos de retardo da atmosfera;
- Capacidade de produzir um modelo digital do terreno através do uso de duas antenas (imagens).

5.3 - O RAR

O Radar de Abertura Real consiste em um sistema de obtenção de imagens mais antigo que os apresentados. O RAR gera imagens bidimensionais considerando o alcance e azimuth do ponto de observação. A resolução de alcance é obtida pela transmissividade da largura de banda do sinal em frequência de rádio (RF).

Neste tipo de imageamento, a resolução da imagem obtida depende fortemente do comprimento de onda da radiação utilizada e da dimensão física da antena. A descrição dos valores de resolução são descritos a seguir de maneira mais precisa (*Fonte: Tese ASN EPUSP, 2012*).

5.4 - O Slope Stability Radar -SSR

O Radar de Estabilidade de Inclinação (SSR) é um radar interferométrico com base no solo, projetado para detectar os movimentos precursoros de falhas em taludes de minas a céu aberto, estradas e barragens. Ele obtém isto ao monitorizar remotamente o movimento da face da rocha ou solo, e utilizar esses movimentos para antecipar a ocorrência de eventuais falhas. A região monitorizada é varrida regularmente, produzindo uma avaliação próxima do tempo real da face da rocha e permite que o pessoal da mina reaja com rapidez a mudanças na face da rocha. Para alcançar o máximo de benefício de segurança são necessárias precisões confiáveis.

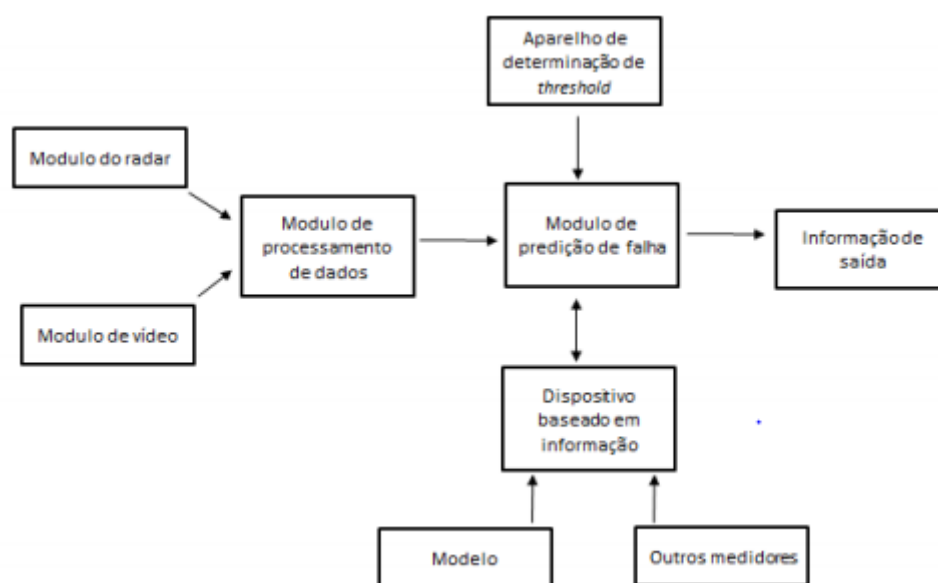


Figura 9 - Modo de operação do radar SSR (Fonte: BASEADO NA PATENTE US 2010/0066586).

O radar de estabilidade de taludes (SSR) é utilizado em minas a céu aberto como um mecanismo de segurança para medir os movimentos de maciços antes de um colapso. O sistema fornece medições contínuas sub-milimétrica de movimentos de maciços em toda a face de um talude. Utilizando o radar, o sistema SSR não exige qualquer contato com o talude e, além disso, na maioria dos casos suas medidas não são afetadas por chuvas, poeira da mina, gerenciem riscos acompanhando os movimentos dos taludes, aumentando assim, a segurança e a produtividade das operações (Fonte: Tese ASN EPUSP, 2012).



Figura 10 - Sistema de monitoramento de taludes que fornece medições contínuas de movimentos em Superfícies de rochas (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).

Desta forma, a utilização efetiva da tecnologia SSR poderia proporcionar benefícios advindos da melhor gestão de riscos geotécnicos com base em dados quantitativos obtidos com o sistema.



Figura 11 - SSR operando em uma mina a céu aberto (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).

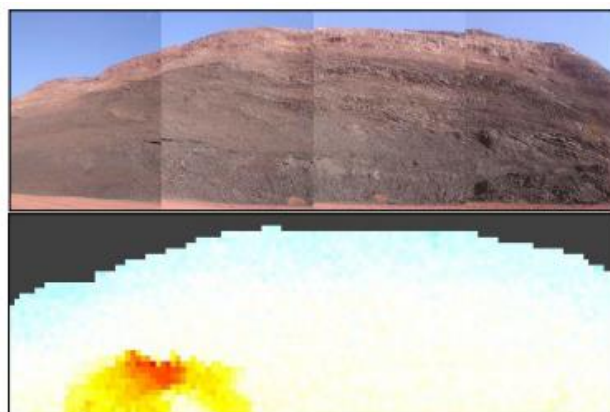


Figura 12 - Imagem obtida através de um radar SSR mostrando áreas antes do colapso (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).

O equipamento físico do radar SSR é apresentado na figura abaixo, na qual estão indicadas as partes constituintes do mesmo.



Figura 13 - Esquema do equipamento de radar SSR (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).

Em relação à segurança, o SSR emite alertas de falha de maciços rochosos. A deteção antecipada de falhas do maciço rochoso permite a remoção de equipamentos e pessoas de áreas de risco antes do colapso, reduzindo assim, o risco de ferimentos ou danos no equipamento. Além disto, os dados obtidos a partir do SSR permitem que geólogos, engenheiros geotécnicos, planeadores da mina e engenheiros de produção tomem decisões informadas e calculados para aprimorar a produtividade da mina de forma segura (Fonte: Tese ASN EPUSP, 2012).

Como o SSR fornece informações em tempo real sobre aceleração do maciço rochoso, a produção em áreas de risco geotécnico pode ser aumentada. A alta precisão dos dados permite que os geólogos, engenheiros geotécnicos e de produção tracem estratégias de gestão de risco baseadas em dados consideravelmente mais precisos do que os disponíveis sem o SSR. O resultado é o aumento da disponibilidade de áreas geotecnicamente desafiadoras para a produção, o que equivale a um aumento de segurança na utilização de equipamentos de produção nessas áreas.

Além disto, o SSR pode monitorizar a estabilidade dos bancos de lavra em resposta a uma detonação. Várias minas com problemas de estabilidade associados a detonações têm sido capazes de reduzir o tempo de espera necessário após as mesmas, permitindo que equipamentos de produção entrem em zonas detonadas recentemente, mais rapidamente, reduzindo o impacto de atrasos de produção.

O radar de estabilidade de taludes é capaz de varrer rapidamente uma ampla área, com precisão sub-milimétrica de medição, e processar uma imagem eletrónica da estabilidade dos taludes da mina (*Fonte: Tese ASN EPUSP, 2012*).

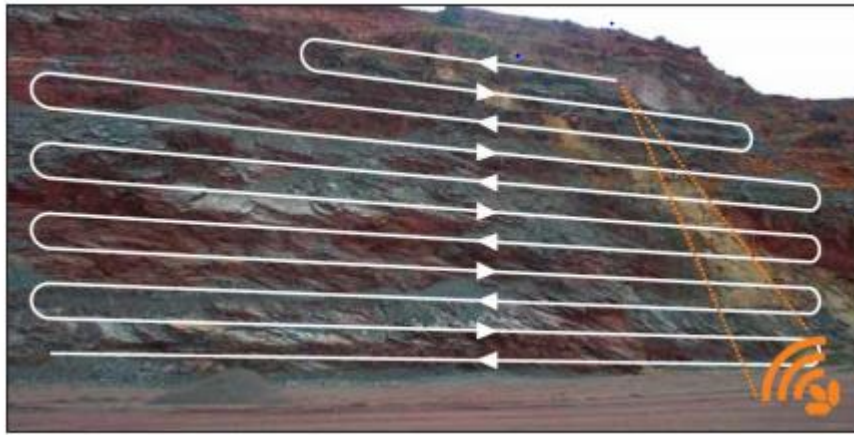


Figura 14 - linhas de varredura SSR ao longo dos lados de um talude (*Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a*).

O processo de varredura é repetido a partir da base de um talude até o topo e os dados são recolhidos para cada exame. Os dados do radar são vistos com o software SSRViewer, e comparados de um varrimento para outro. O objetivo básico do SSR é medir o deslocamento da superfície e não a distância.

Desta maneira, o SSR recolhe dados da superfície do talude, e transmite uma imagem eletrónica da deformação do mesmo. A figura abaixo ilustra a evolução de um processo deformacional na superfície do talude onde os *pixels* vermelhos, laranjas e amarelos representam o escalonamento da ordem de grandeza da deformação.

Observando-se as cores e sua escala em relação ao nível de deformação, equipes geotécnicas de cada mina definem as áreas prioritárias de atenção e atuação em função das características específicas do maciço rochoso existentes no local (*Fonte: Tese ASN EPUSP, 2012*).

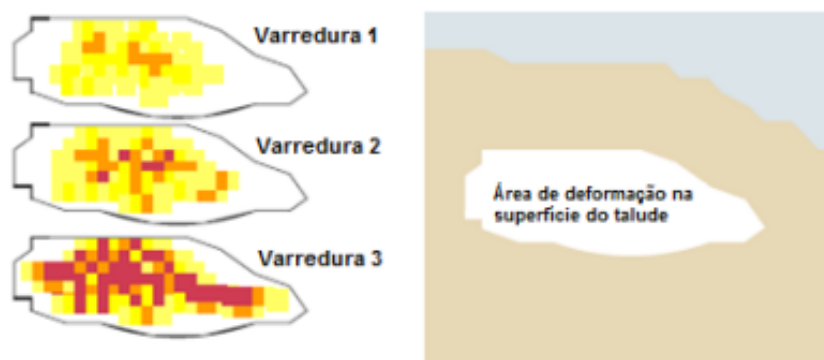


Figura 15- Exemplo da deformação de um talude durante um intervalo de tempo (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).

Durante a operação, o SSR realiza medições de alta precisão do deslocamento do talude através da medição da fase de um sinal refletido a partir de uma parede de maciço. Um sinal é transmitido a um maciço rochoso pelo SSR e reflete na superfície á espera do maciço rochoso, sendo recebido de volta pelo equipamento, como mostrado na figura 14 . O equipamento regista a fase do sinal recebido em relação ao sinal transmitido.

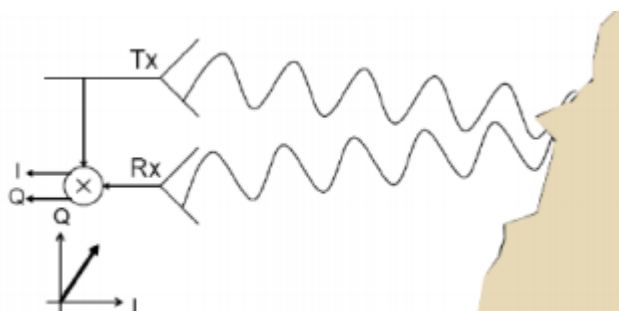


Figura 16 - O SSR transmite um sinal. O sinal salta fora da parede e o SSR o recebe de volta (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).

O SSR repete o processo de varredura de um talude, e compara os dados do radar de um varrimento para a outro. Ele mede a mudança de fase do sinal recebido em relação ao sinal transmitido e calcula o deslocamento do talude (se este existir). Se o talude se mover de um varrimento para o outro, o resultado será uma mudança de fase proporcional ao movimento do mesmo.

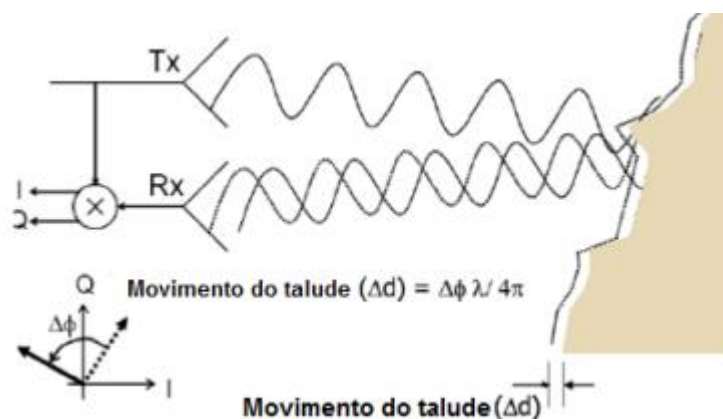


Figura 17 - O SSR mede a mudança de fase e calcula o quanto a parede se moveu (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).

O desenho da Figura 16 exemplifica duas ondas eletromagnéticas e ilustra a mudança de fase entre as ondas. A mudança de fase é usada para calcular o deslocamento da superfície de um talude da mina de um varrimento para o outro.



Figura 18 - Medindo a variação das fases entre duas varreduras (Fonte: WWW.GROUNDPROBE.COM, 2010a).

Finalmente, o SSR mede a variação de fase entre dois varrimentos e usa essas medidas para calcular o deslocamento da superfície do talude. A frequência do SSR é 9,55 GHz, e o comprimento de onda é 31,4 mm. É importantes mencionar que os movimentos de taludes em áreas pequenas em comparação com o tamanho do pixel não podem ser medidos com precisão. A seguir será explicada a dependência do movimento mínimo da área do talude e o tamanho do pixel, informando como tratar corretamente as áreas pequenas de movimentação do talude (Fonte: Tese ASN EPUSP, 2012).

Capítulo III

Noções Teóricas Relacionados ao Taludes



3 - Taludes

A denominação de talude ou vertente apresenta um conjunto de definições diferentes entre si. No entanto, em termos consideravelmente gerais, esta designação comumente engloba aquilo que é definido como uma superfície de inclinação variada existente numa dada formação geológica, seja esta fundamentalmente rochosa, terrosa ou uma combinação de ambas as “classificações.

Consequentemente, a existência de taludes e as mudanças que estes incorrem de forma contínua, seja esta gradual ou instantânea, implicam um conjunto de diferentes interações com outros elementos do sistema que é o planeta Terra. Um destes elementos é o próprio ser humano, particularmente no que diz respeito ao planeamento e ocupamento antrópico do espaço e as atividades aí desempenhadas (*Fonte: Jimmy Fonseca, 2014*).

3.1.- Tipologias de Taludes

Um talude, sendo uma formação geológica relativamente comum em toda a crosta terrestre, apresenta uma elevada diversidade no que toca à sua classificação. Esta pode ser de acordo com características como a sua origem, composição, inclinação.

Os taludes podem ser de distintos tipos:

- Taludes naturais;
- Taludes artificiais;
- Taludes de escavação;
- Taludes de aterro;

3.1.1 - Instabilidade de Taludes

Na Natureza verifica-se constantemente uma progressão inata para a dissipação de energia, ou por outras palavras, para atingir o equilíbrio. No caso dos taludes, esta propensão para alcançar um estado de equilíbrio é também sempre presente, manifestando-se e afetando o que é designado de estabilidade de taludes.

A instabilidade de um talude, de uma forma simples, é determinada pelo conjunto de forças que interagem entre si neste sistema, associadas aos seus diversos componentes. Estas dividem-se fundamentalmente em dois tipos diferentes – as forças ativas e as forças de resistência (*Fonte: Jimmy Fonseca, 2014*).

3.1.2 - Tipos de instabilidade nos taludes

- Escorregamento – Deslizamentos de terra
- Queda de rochas
- Desprendimento
- Deslizamento de lama

3.1.3 - Consequências de Instabilidade em Taludes

A existência de fatores que promovem a instabilidade em taludes tem como consequência final o fenómeno que é a própria concretização física destas massas em reduzir a sua instabilidade. Este fenómeno é comumente designado de movimento de massas, sendo que a sua classificação depende de três principais características, segundo o tipo predominante de material que se move, o tipo de movimento e a velocidade a que este decorre, Figura 17.

Material Predominante	Tipo de Movimento	Velocidade		
		Lento (1 cm ano ⁻¹ ou menos)	Moderado (1 km h ⁻¹ ou mais)	Rápido (5 km h ⁻¹ ou mais)
Rochoso	Escoamento	Escoamento de Rochas		Avalanche de Rochas
	Deslize / Queda	Deslizamento de Rochas		Derrocadas
Terroso / Não consolidado	Escoamento	<i>Creep</i> <i>Solifluction</i>	Escoamento de Detritos	Avalanche de Detritos
	Deslize / Queda	Deslizamento de Detritos		

Figura 19 - Classificações de Movimentos de Massa.

3.2 - Metodologias e Tecnologias de Estabilização

Dada a problemática sempre presente ao longo da história relativa à instabilidade de taludes e as suas consequências, o ser humano tem vindo a desenvolver um conjunto de tecnologias e medidas que visam a promoção da estabilidade de um dado talude. Estas passam por, como previamente constatado, medidas preventivas e organizacionais, como é o caso de regulamentos e legislação adotados, planos de ocupação e gestão do território e ainda metodologias de análise e classificação de risco, assim como medidas interventivas e corretivas sobre o próprio talude, que podem ser a nível da alteração da sua morfologia, artifícios que promovam a sua coesão ou a aplicação de dispositivos analíticos que permitam identificar potenciais problemas.

Tal como em qualquer outra atividade associada à possibilidade da instabilidade de taludes, uma análise rigorosa deve ser feita, de forma a inferir qual o melhor tipo de intervenção. Devido à elevada variabilidade de propriedades e características que definem cada talude singular, o próprio número e tipologia das medidas de estabilização existentes é também variado, de acordo com a adequabilidade de uma dada tecnologia ao talude em questão. Em seguida são apresentadas algumas das mais comumente aplicadas tecnologias de estabilização de taludes, que serão agregadas de acordo com o seu principal efeito (*Fonte: Jimmy Fonseca, 2014*).

3.3 - Estruturas de Contenção

São fundamentalmente intervenções antrópicas baseadas na aplicação de construções adicionais e externas ao talude, no sentido de garantir manutenção da sua estabilidade, ou pelo menos minimizar as consequências que podem resultar da instabilidade deste. Estas variam quer nas suas formas, aplicação ou efeitos, sendo dependentes da composição e morfologia de um talude. Assim sendo, algumas estruturas de contenção são mais adequadas a taludes terrosos que a taludes rochosos. No entanto, os efeitos destas intervenções possuem um rumo em comum, promovendo a estabilidade do talude através do aumento da sua coesão ou da sua resistência geomecânica (*Fonte: Jimmy Fonseca, 2014*).

3.3.1 - Redes Metálicas

Consistem fundamentalmente em redes de materiais resistentes cujo principal objetivo é o de impedir a queda de porções do talude que se desprendam ou estejam na iminência de cair. Normalmente é um tipo de medida de contenção que se faz acompanhar de técnicas de ancoragem no talude, Figura 18 (*Fonte: Jimmy Fonseca, 2014*).



Figura 20 - Exemplo da aplicação de redes metálicas em taludes

3.3.2 - Muros de Suporte

Os muros de suporte são tipos de muros que servem o mesmo propósito e possuem diferente constituição. Estes têm como principal objetivo de funcionar como suporte adicional às cargas e forças a que o talude está sujeito, de forma a aumentar a resistência deste ao movimento. Embora os muros de suporte não fossem mais do que um muro formado por rochas empilhadas no passado, novos tipos de muros têm vindo a ser desenvolvidos gradualmente. A forma de construção destes muros, assim como a sua própria constituição é variada, Figura 19 (*Fonte: Jimmy Fonseca, 2014*).



Figura 21 - Exemplo da aplicação de muro de arrimo

3.3.3 - Gabiões

Os gabiões distinguem-se como estruturas compostas por arame organizado em forma de caixas ou “gaiolas” preenchidas com brita ou outras rochas de granulometria semelhante, formando blocos que são posteriormente dispostos formando um muro de contenção.

Os gabiões são estruturas de contenção de utilidade variável, sendo utilizados como meios estruturantes principalmente para a proteção superficial de encostas e nos taludes que compõem as margens de alguns rios e outros cursos de água. Estas estruturas de contenção acabam por ser uma solução frequentemente usada, devido aos baixos custos e simplicidade construtiva associada, Figura 20 (*Fonte: Jimmy Fonseca, 2014*).



Figura 22 - Gabião (WWW.GOOGLE.COM)

3.3.4 - Muros de Betão

Os muros de betão armado consistem numa tipologia de muro de arrimo que se baseia unicamente numa estrutura sólida e monolítica capaz de suportar as cargas do talude e desta forma garantir a sua estabilidade. Para que isto suceda de forma eficaz, normalmente o muro de betão possui uma parte interior de morfologia específica e diferente dos restantes tipos de estruturas de contenção, que fica enterrada no solo, conferindo-lhe estabilidade adicional. Sendo o muro de betão uma estrutura fundamentalmente impermeável, a necessidade da implementação de um sistema de drenagem que acompanhe esta estrutura é essencial, já que a ausência de tal sistema levaria a elevação do nível freático no talude que geraria uma pressão hidráulica incapaz de ser suportada pelo muro. Adicionalmente, a instalação de um muro de betão por vezes é acompanhada por um outro método de promoção da estabilidade de taludes, nomeadamente a afixação de ancoragens no maciço, que constituem integralmente o muro. Por vezes, ainda, encontram-se acopladas sondas sismográficas a estas ancoragens, que contribuem para a predição e prevenção de movimentos de massa. No entanto, este tipo de metodologias traz a vantagem que é inerente às ancoragens, nomeadamente a diminuição da sua eficiência caso ocorram mudanças espaciais e morfológicas no talude, Figura 21 (Fonte: Jimmy Fonseca, 2014).

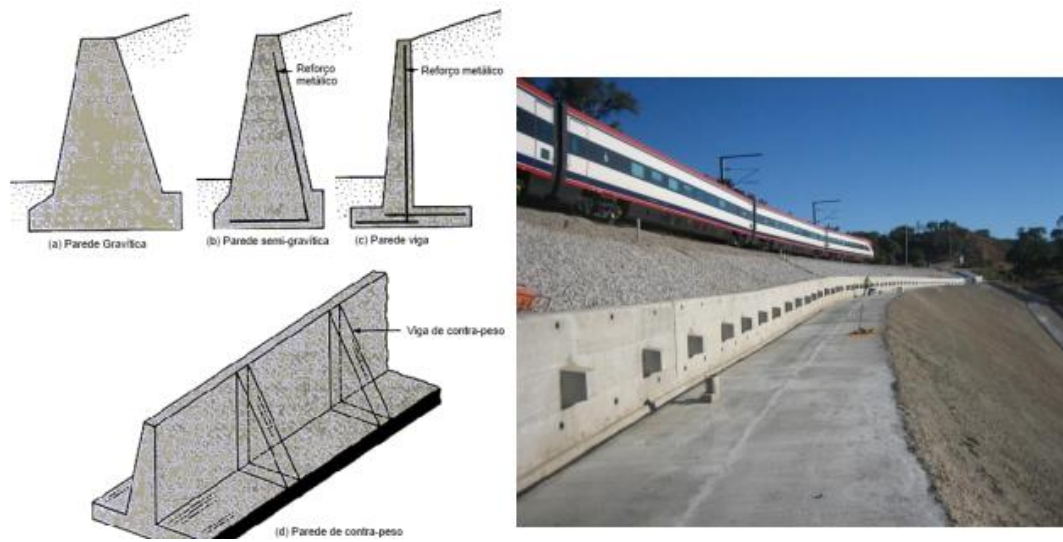
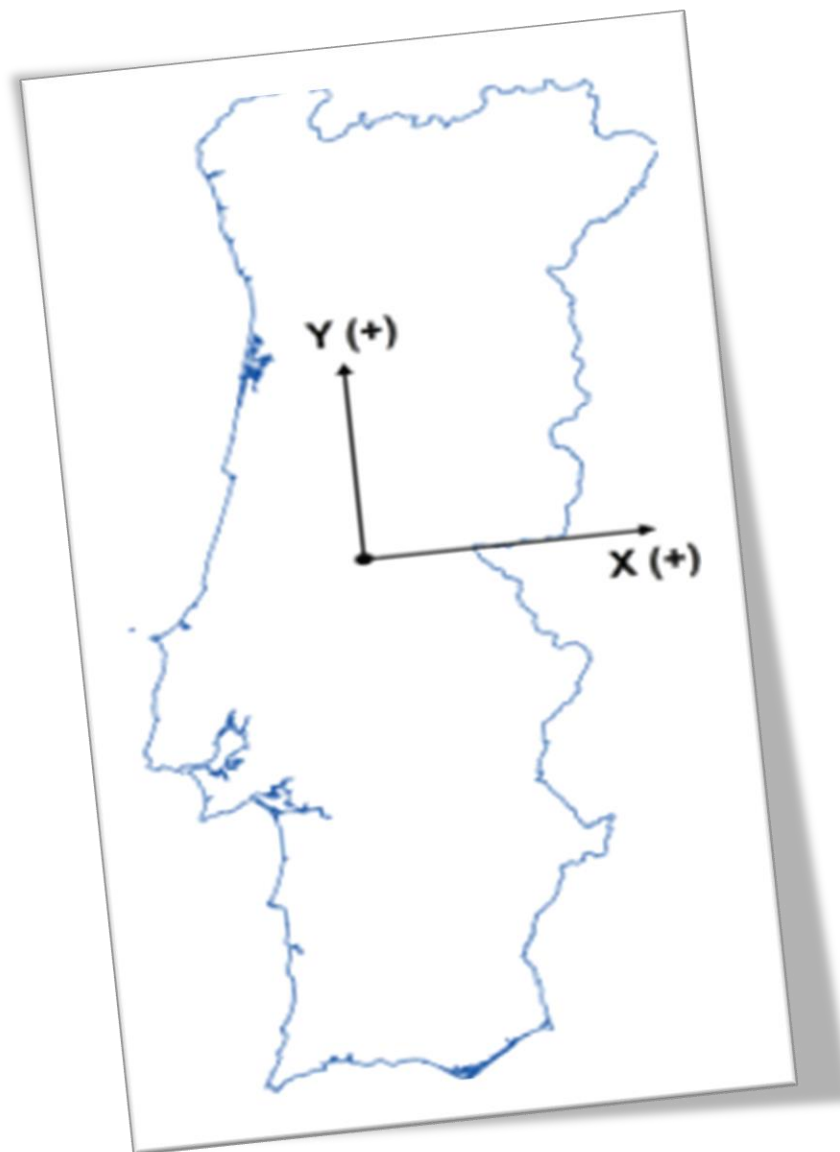


Figura 23 - Muros de betão com ancoragens (WWW.GOOGLE.COM)

Capítulo IV

Sistema de projeção cartográfica utilizada



4 - PT-TM06/ETRS89 - European Terrestrial Reference System 1989

O Datum European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) nasce da necessidade de criar um novo sistema geodésico de referência para a Europa (mais precisamente para a placa continental euro-asiática), sendo que este sistema deveria constituir a referência precisa para todo o continente, próxima do WGS84 e que não fosse derivada de múltiplos dados locais (EUREF- European Reference Frame).

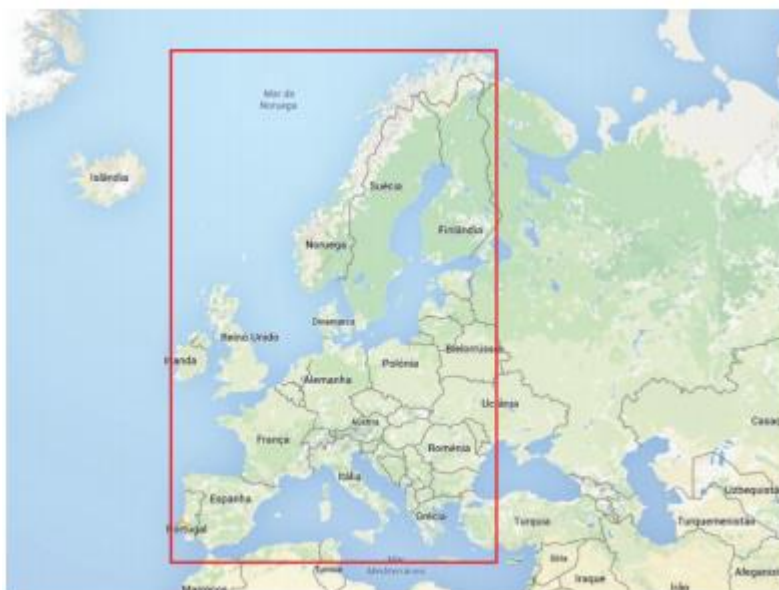


Figura 24 - Área geográfica de competência do Datum ETRS89

O ETRS89 está já amplamente implementado a nível europeu, sendo mesmo recomendado o seu uso pela Comissão Europeia através da diretiva INSPIRE aos seus estados membros e também a nível nacional pela entidade responsável pelo ordenamento do território português (a DGT), que determina que “este sistema deverá substituir completamente os anteriormente usados, que se consideram obsoletos”. O Datum ETRS89 é fixado na parte estável da placa Euro-Asiática e utiliza um elipsoide de referência designado por GRS80 - Geodetic Reference System 1980.

O GRS80 é um elipsoide muito semelhante ao elipsoide WGS84, com uma consistência entre ambos na ordem do metro. Assim, as diferenças posicionais entre estes data são muitas vezes negligenciáveis e estes dois sistemas são considerados virtualmente idênticos (sem necessidade de aplicar transformações de coordenadas).

- Sistema European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) em coordenadas geográficas – À semelhança do que acontece com os data descritos anteriormente, o ETRS89 pode ser aplicado na sua componente geográfica, descrevendo distâncias angulares relativamente ao equador (latitude) e ao meridiano de Greenwich (longitude).
- Sistema ETRS89–TM06 – A utilização do Datum ETRS89 utilizando uma projeção do tipo Transversa de Mercator constitui o sistema designado por ETRS89-TM06. Em Portugal continental esta projeção apresenta um referencial cartesiano cuja origem se localiza no centro geométrico de Portugal.

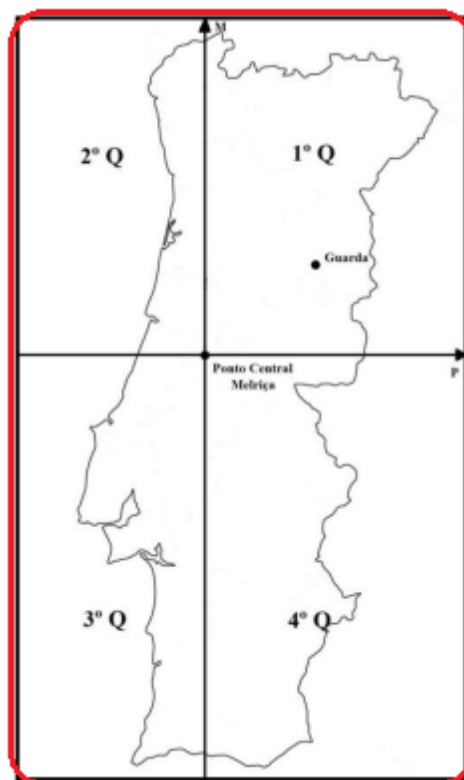


Figura 25 - Sistema de Eixos de Coordenadas Retangulares

Desde 2006, para o Território Continental, os parâmetros da projeção Transversa de Mercator referida são os que no quadro abaixo se listam.

Elipsoide de referência:	GRS80	Semi-eixo maior: $a = 6\,378\,137\text{ m}$ Achatamento: $f = 1 / 298,257\,222\,101$
Projeção cartográfica:	Transversa de Mercator	
Latitude da origem das coordenadas retangulares:	39° 40' 05",73 N	
Longitude da origem das coordenadas retangulares:	08° 07' 59",19 W	
Falsa origem das coordenadas retangulares:	Em M (distância à Meridiana): 0 m Em P (distância à Perpendicular): 0 m	
Coeficiente de redução de escala no meridiano central:	1,0	

Tabela 1 - Sistema de Referência Terrestre Europeu (Fonte: Direção Geral do Território)

Capítulo V

Materiais e equipamentos utilizados



5.1- Alvos topográficos

Este dispositivo para observação, alvo topográfico, dá indicação do progresso do talude a longo prazo e abrange a realização de leituras com intervalos de tempo pré-definidos para verificar se estes alvos topográficos colocados sobre a estrutura sofrem algum tipo de deslocamento.

Os alvos topográficos podem admitir três tipos de tamanhos, 2x2 cm, 4x4 cm e 6x6 cm. Estes alvos normalmente são aderidos ao talude em estudo através de estacas, ou colados na própria estrutura



Figura 26 - Diana Refletora Adesiva

A quantidades de alvos refletores adesivas utilizado para este projeto de monitorização topográfica foram:

- 27 Alvos Topográficos, (Dianas refletoras adesivas da Leica, 4 cm x 4 cm);
- Sendo 3 fixadas em estacas de metal;



Figura 27 - Estacas de metal

5.2- Rede de apoio

Como este projeto de monitorização dos taludes da Via de Cintura Externa da Guarda (VICEG) tem por base a continuação de um trabalho de 2014, cuja rede de apoio já estava materializada então a rede de apoio não foi coordenada, no entanto antes de proceder ao projeto fez-se a verificação dos dados facultados.

5.2.1 - Pontos fixos

A escolha da posição dos pontos fixos foi pensada e fixada de forma estratégica de maneira que todos os alvos topográficos possam ser visualizados não ficando enviesados da linha de visada para a leitura. Os pontos fixos encontram-se materializados no separador central da estrada do troço em estudo.

- São 9 pontos fixos;
- Materializados em estacas de madeira, figura 28;
- Usou-se o marcador para a designação dos pontos fixos; e
- Spray para sinalização, Figura 29.



Figura 28 - Ponto fixo



Figura 29 - Spray de sinalização

5.2.2 - Pontos de orientação

Os pontos de orientação foram escolhidos de forma a ajudar na orientação da Estação Total TCR803, aparelho usado para a realização do projeto em causa, Figura 34.

- Foram materializados 2 pontos de orientação;
- Em estacas de madeira, figura 28.



Figura 30 - Ponto de orientação

5.3 -Monitorização dos alvos para as 5 Campanhas de observação

O equipamento necessário para a monitorização dos alvos foi o seguinte:



Figura 31 - 2 Primas Circulares Leica



Figura 32 - Fita Métrica



Figura 33 - Trpé de Pinça



Figura 34 - Tripé Leica



Figura 35 - 2 Bastões Topográficos



Figura 36 - Estação Total Leica

Estação Total Leica TCR803

✚ Precisão linear: 2 mm + 2 ppm CP - Preciso
5 mm + 2 ppm CP - Adesivo

✚ Precisão angular: 3" do grau

5.4 - Equipamento de Segurança utilizado na realização do projeto

Na realização de todas as tarefas anteriormente referidas utilizou-se o seguinte material:

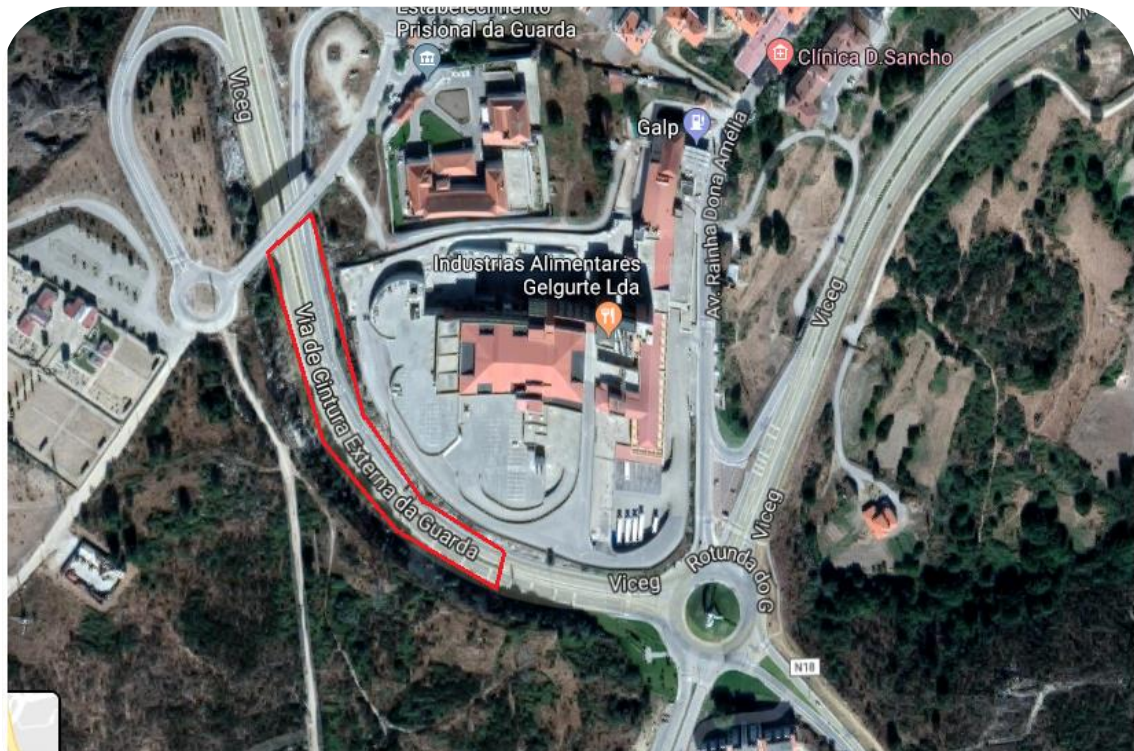
- Coletes refletivos
- Cones de sinalização
- Sinalização rodoviária disponibilizada pela autarquia local, Figura 29.



Figura 37 - Equipamentos de segurança rodoviária e do operador

Capítulo VI

Descrição do Local de Estudo e Métodos de Trabalho



6.1 - Reconhecimento do local em estudo

O reconhecimento pode ser feito, consoante a dimensão a área, a pé ou em viatura apropriada ou mesmo veículo aéreo. Pode ainda ser realizada a partir de cartas já existentes e/ou fotografias aéreas. Para esse projeto foi realizada o reconhecimento a pé por ser uma área pouca extensa.

O Reconhecimento é necessário para especificar diversos requisitos e análise de singularidades como: equipamentos a utilizar, número de estações necessárias, ligação à RGN (Rede Geodésica Nacional) e como será realizada, em função do equipamento a utilizar.

Definiu-se o Talude da Direita como o talude da VICEG que se encontra a Oeste do separador central, e o Talude da Esquerda como o talude que se encontra a Este do separador central da VICEG como se pode verificar na Figura 30.



Figura 38 - Fotografia panorâmica da zona de reconhecimento

6.2 - Implementação de um Plano de Observações nos Taludes da VICEG

Durante a identificação dos alvos nos taludes, estes foram sendo assinalados e foi-lhes atribuído uma identificação, utilizando spray.



Figura 39 - Sinalização dos alvos com o Spray

Com a sinalização dos alvos concretizada, procede-se ao estabelecimento de uma rede de apoio e um plano de observações para se monitorizarem os alvos colocados.

Os Pontos de Apoio abrangem os Pontos Fixos e os Pontos de Orientação. Os pontos fixos têm como objetivo ser o ponto a partir do qual o alvo será monitorizado durante o período de monitorização, os pontos de orientação são pontos de apoio para a orientação dos pontos fixos, a sua colocação tem como prioridade uma maior abertura angular para a orientação dos pontos fixos a fim de obter uma maior assertividade na sua georreferenciação.

No início, aquando do planeamento do projeto estabeleceu-se o número de campanhas a realizar assim como a sua calendarização (sujeita a possíveis alterações), Tabela 2.

Campanhas	Data
1ª Campanha de referência	29/05/2019
2ª Campanha	19/06/2019
3ª Campanha	25/07/2019
4ª Campanha	02/09/2019
5ª Campanha	30/09/2019

Tabela 2 – Calendarização das campanhas

Na tabela 3 podem-se observar os alvos visíveis a partir de um determinado ponto fixo. Os alvos que são visíveis por mais que um ponto fixo irá atribuir-se um número para se diferenciarem.

Talude Esquerdo	Ponto Fixo	Talude Direito
18 E	PF1	
17 E		
16 E		
14 E	PF2	1 D
		2 D
		3 D
13 E	PF3	4 D
		5 D
	PF4	10 D
		12 D
12 E	PF5	12 D
11 E		13 D
12 E	PF6	13 D
11 E		14 D
10 E		
9 E	PF7	
8 E		
7 E		
6 E		
6 E	PF8	16 D
		17 D
		18 D
		20 D
	PF9	19 D
		20 D

Tabela 3 – Visibilidade dos alvos a monitorizar relativamente aos pontos fixos

6.3 – Coordenadas dos pontos de Apoio

Para a obtenção das coordenadas dos pontos da rede de apoio (pontos fixos e pontos de orientação) utilizou-se o Equipamento GNSS da TopCon (Base e Rover) , com uma altura de antena de 2 metros, Tabela 4.

Depois de passar por todos os passos exigidos em campo e gabinete , no final obtiveram-se as coordenadas M e P e Cota de cada ponto fixo e ponto de orientação (Anexo III). De referir que estes dados foram facultados pelo projeto de 2014, antigos alunos de Engenharia Topográfica do IPG.

Coordenada dos pontos de Apoio				
		M (m)	P (m)	Cota
Pontos Fixos	PF1	72373.493	95763.756	1043.576
	PF2	72384.081	95719.408	1040.826
	PF3	72396.010	95678.883	1038.173
	PF4	72406.278	95656.103	1036.629
	PF5	72415.887	95639.910	1035.495
	PF6	72426.572	95625.294	1034.329
	PF7	72449.538	95601.116	1032.251
	PF8	72465.414	95588.622	1031.012
	PF9	72480.252	95577.377	1029.753
Pontos de orientação	POR1	72375.644	95812.895	1047.163
	POR2	72582.180	95536.616	1024.000

Tabela 4 - Coordenadas dos pontos fixos e de orientação

Capítulo VII

Campanhas de Observação dos alvos



7.1 – Campanha de Referência

A Campanha de referência é a primeira campanha de observação topográfica, ou também designada de **zeragem**, a nossa, realizada a 29-04-2019, serviu para se efetuarem diferenças entre as leituras das quatro campanhas de observação posteriores, efetuando assim a monitorização dos taludes em causa.

Para a realização da campanha de referência foi indispensável a realização das seguintes tarefas, repetidas depois nas campanhas seguintes:

- Estacionar a estação total no ponto fixo desejado e introduzir a suas coordenadas.
- Na configuração EDM para orientação do aparelho no ponto fixo, considera-se o modo **CP- Preciso**.

Orientou-se o aparelho colocado no ponto fixo, através da visada para dois pontos que podem ser fixos e/ou de orientação. Introduziram-se as coordenadas destes dois pontos no aparelho e depois de se visar cada um deles, obtém-se o aparelho orientado.

Após efetuar a orientação do aparelho no ponto fixo analisa-se o desvio padrão angular alcançado na orientação, caso seja um valor inferior aos 0,015 graus (valor considerado aceitável para este projeto) aceita-se e dá-se início às observações dos alvos, caso seja um valor superior ao valor estipulado inicialmente, repete-se o procedimento podendo alterar os pontos que servem de orientação do ponto fixo. Para a observação dos alvos muda-se o aparelho para o modo de CP-Adesivo.

Os dados presentes na tabela 5, são referentes a uma campanha feita em 3-10-2014, por alguns alunos no âmbito do estágio curricular do final do curso de engenharia topográfica há 5 anos atrás.

Em 2014 cada operador monitorizou os mesmos alvos durante as seis campanhas de observação, para evitar o erro associado a diferentes observadores. Nessa data, 2014, foram colocados nos taludes direito e esquerdo 39 alvos, mas com o passar dos anos o terreno foi escorregando e no início deste projeto encontravam-se no terreno apenas 26 alvos, o número total de alvos utilizados para a realização desse projeto.

Assim a metodologia usada foi a seguinte:

- ◆ Dos alvos **6 E a 18 E** operador: Marlise com 12 alvos a monitorizar, ou seja, o talude esquerdo.
- ◆ Dos alvos **1 D a 20 D** operador: Dmitri com 14 alvos a monitorizar, ou seja, o talude direito

Campanha de Referência (zeragem)														
Talude Esquerdo			6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
Leituras	Direta	M (m)	72462,1965	72462,219	72453,315	72453,441	72450,947	72443,993	72432,193	72408,298	72404,955	72392,39	72393,095	72393,476
		P (m)	95608,594	95608,663	95619,198	95619,894	95620,404	95628,2265	95641,941	95688,694	95711,955	95757,986	95782,332	95782,716
		C (m)	1032,290	1032,626	1034,695	1037,118	1035,696	1037,317	1037,557	1041,863	1043,993	1044,342	1045,942	1046,313
	Inversa	M (m)	72462,1985	72462,219	72453,311	72453,437	72450,949	72443,993	72432,193	72408,298	72404,956	72392,392	72393,095	72393,476
		P (m)	95608,597	95608,667	95619,201	95619,895	95620,404	95628,2285	95641,9425	95688,696	95711,958	95757,988	95782,332	95782,716
		C (m)	1032,289	1032,627	1034,695	1037,117	1035,696	1037,317	1037,5565	1041,863	1043,995	1044,34	1045,943	1046,315
Média das leituras	M (m)	72462,198	72462,219	72453,313	72453,439	72450,948	72443,993	72432,193	72408,298	72404,956	72392,391	72393,095	72393,476	
	P (m)	95608,596	95608,665	95619,200	95619,895	95620,404	95628,228	95641,942	95688,695	95711,957	95757,987	95782,332	95782,716	
	C (m)	1032,2895	1032,6265	1034,695	1037,1175	1035,696	1037,31675	1037,5565	1041,863	1043,994	1044,341	1045,9425	1046,314	

Tabela 5 - Campanha de referência

7.2 – Primeira (1ª) Campanha Topográfica

A realização das campanhas de monitorização foi feita de uma maneira regular, ou seja, com intervalos de tempo iguais para permitir uma melhor interpretação dos dados.

As leituras foram efetuadas de modo direto, ou seja, através da visualização dos alvos, sendo sempre efetuadas por volta da mesma hora.

A nossa primeira campanha serviu de base para a verificação dos dados concedidos pelo projeto de 2014. No dia da realização da primeira campanha implantamos também os pontos fixos que se encontravam deslocados.

Relativamente ao ponto fixo **(PF5)** retiramos **0.09 m** à altura do instrumento a cada estacionamento. Fez-se isso devido a um problema na orientação do ponto fixo em questão. Enquanto que no ponto fixo **(PF9)** a situação inverte, ou seja, acrescentamos **0.091 m** à altura do instrumento.

1ª Campanha - 29/05/2019

Talude Esquerdo														
			6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
Leituras	Direta	M (m)	72462,187	72462,211	72453,303	72453,431	72450,951	72443,973	72432,145	72408,290	72404,948	72393,234	72387,111	72387,370
		P (m)	95608,595	95608,664	95619,195	95619,891	95620,415	95628,230	95641,901	95688,686	95711,945	95763,497	95787,070	95787,545
		C (m)	1032,289	1032,632	1034,701	1037,123	1035,695	1037,307	1037,525	1041,861	1043,998	1044,339	1045,948	1046,320
	Inversa	M (m)	72462,188	72462,212	72453,303	72453,430	72450,952	72443,973	72432,144	72408,290	72404,948	72393,235	72387,111	72387,371
		P (m)	95608,596	95608,666	95619,195	95619,892	95620,416	95628,231	95641,902	95688,686	95711,945	95763,498	95787,071	95787,545
		C (m)	1032,288	1032,631	1034,701	1037,123	1035,693	1037,3055	1037,5235	1041,86	1043,998	1044,34	1045,947	1046,318
Média das leituras		M (m)	72462,187	72462,212	72453,303	72453,431	72450,952	72443,973	72432,144	72408,290	72404,948	72393,235	72387,111	72387,371
		P (m)	95608,595	95608,665	95619,195	95619,892	95620,416	95628,230	95641,902	95688,686	95711,945	95763,498	95787,071	95787,545
		C (m)	1032,28825	1032,6315	1034,701	1037,123	1035,694	1037,306	1037,524	1041,8605	1043,998	1044,3395	1045,9475	1046,319

Tabela 6 - 1ª Campanha Topográfica

7.3 –Campanhas Topográficas Posteriores - 2ª a 5ª

Com os dados já verificados e as campanhas em andamento, procedeu-se com a monitorização dos alvos, considerando, assim, sempre a mesma hora para o desenrolar das observações para o projeto (das 9h às 13h).

O processo torna-se repetitivo a cada campanha, estacionando sempre nos mesmos pontos fixos, orientação para os pontos de orientação implantados e visando os alvos topográficos fixados ao longo do talude em estudo. As tabelas 7, 8, 9 e 10 mostram os valores das coordenadas em M, P e Cota para cada alvo observado.

2ª Campanha - 19/06/2019

Talude Esquerdo														
			6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
Leituras	Direta	M (m)	72462,189	72462,212	72453,305	72453,431	72450,952	72443,974	72432,145	72408,293	72404,948	72393,232	72387,111	72387,372
		P (m)	95608,5945	95608,665	95619,195	95619,892	95620,413	95628,23	95641,901	95688,693	95711,944	95763,499	95787,072	95787,547
		C (m)	1032,288	1032,632	1034,702	1037,124	1035,694	1037,306	1037,524	1041,86	1043,997	1044,338	1045,944	1046,316
	Inversa	M (m)	72462,1895	72462,212	72453,302	72453,431	72450,953	72443,974	72432,145	72408,293	72404,947	72393,233	72387,111	72387,371
		P (m)	95608,5945	95608,665	95619,196	95619,892	95620,413	95628,2305	95641,901	95688,693	95711,944	95763,499	95787,072	95787,547
		C (m)	1032,287	1032,631	1034,7	1037,123	1035,69	1037,304	1037,522	1041,86	1043,996	1044,336	1045,942	1046,314
Média das leituras		M (m)	72462,18925	72462,212	72453,3035	72453,431	72450,9525	72443,974	72432,145	72408,293	72404,9475	72393,2325	72387,111	72387,3715
		P (m)	95608,5945	95608,665	95619,1955	95619,892	95620,413	95628,23025	95641,901	95688,693	95711,944	95763,499	95787,072	95787,547
		C (m)	1032,2875	1032,6315	1034,701	1037,1235	1035,692	1037,305	1037,523	1041,86	1043,9965	1044,337	1045,943	1046,315

Tabela 7 - 2ª Campanha Topográfica

3ª Campanha - 25/07/2019

Tahude Esquerdo				6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
Leituras	Direta	M (m)	72462,191	72462,212	72453,304	72453,43	72450,951	72443,97	72432,14	72408,292	72404,948	72393,234	72387,111	72387,371	
		P (m)	95608,589	95608,666	95619,196	95619,891	95620,411	95628,232	95641,9	95688,693	95711,943	95763,501	95787,071	95787,547	
		C (m)	1032,290	1032,631	1034,701	1037,123	1035,695	1037,306	1037,522	1041,859	1043,999	1044,336	1045,945	1046,316	
	Inversa	M (m)	72462,191	72462,212	72453,303	72453,43	72450,952	72443,97	72432,139	72408,292	72404,947	72393,235	72387,11	72387,369	
		P (m)	95608,589	95608,667	95619,198	95619,892	95620,412	95628,232	95641,901	95688,693	95711,943	95763,501	95787,072	95787,548	
		C (m)	1032,289	1032,63	1034,701	1037,122	1035,695	1037,306	1037,523	1041,858	1043,998	1044,337	1045,945	1046,316	
Média das leituras		M (m)	72462,191	72462,212	72453,3035	72453,43	72450,9515	72443,97	72432,14	72408,292	72404,9475	72393,2345	72387,1105	72387,37	
		P (m)	95608,589	95608,6665	95619,197	95619,8915	95620,4115	95628,232	95641,901	95688,693	95711,943	95763,501	95787,0715	95787,5475	
		C (m)	1032,2895	1032,6305	1034,701	1037,1225	1035,695	1037,306	1037,5225	1041,8585	1043,9985	1044,3365	1045,945	1046,316	

Tabela 8 - 3ª Campanha Topográfica

4ª Campanha - 02/09/2019

Tahude Esquerdo				6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
Leituras	Direta	M (m)	72462,191	72462,213	72453,306	72453,431	72450,951	72443,970	72432,137	72408,297	72404,948	72393,236	72387,108	72387,371	
		P (m)	95608,595	95608,665	95619,197	95619,892	95620,415	95628,234	95641,899	95688,695	95711,943	95763,503	95787,073	95787,548	
		C (m)	1032,288	1032,63	1034,701	1037,123	1035,689	1037,303	1037,517	1041,859	1043,999	1044,336	1045,944	1046,316	
	Inversa	M (m)	72462,190	72462,213	72453,305	72453,432	72450,952	72443,970	72432,137	72408,296	72404,949	72393,236	72387,108	72387,368	
		P (m)	95608,595	95608,667	95619,197	95619,893	95620,414	95628,234	95641,9	95688,696	95711,944	95763,501	95787,073	95787,549	
		C (m)	1032,288	1032,631	1034,7	1037,122	1035,688	1037,303	1037,518	1041,859	1043,998	1044,336	1045,944	1046,316	
Média das leituras		M (m)	72462,190	72462,213	72453,306	72453,432	72450,952	72443,970	72432,137	72408,2965	72404,9485	72393,236	72387,108	72387,3695	
		P (m)	95608,595	95608,666	95619,197	95619,893	95620,415	95628,234	95641,900	95688,6955	95711,9435	95763,502	95787,073	95787,5485	
		C (m)	1032,288	1032,6305	1034,701	1037,123	1035,689	1037,303	1037,518	1041,859	1043,9985	1044,336	1045,944	1046,316	

Tabela 9 - 4ª Campanha Topográfica

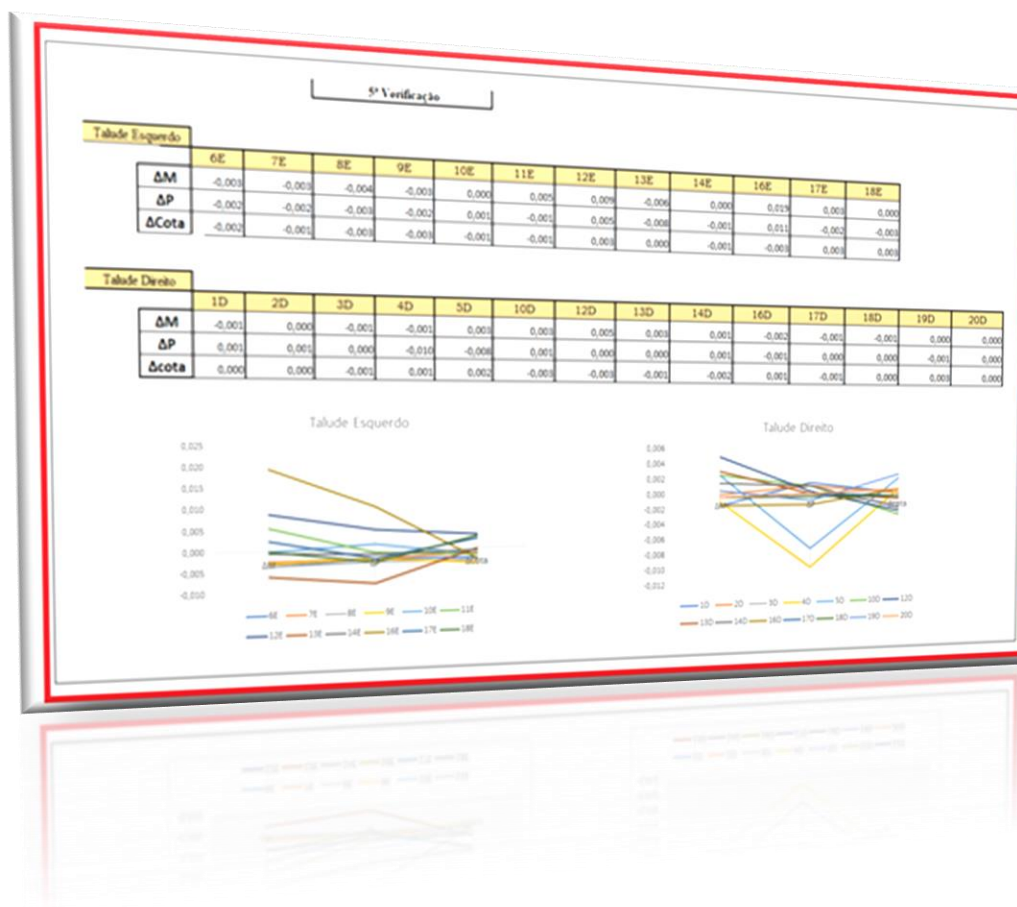
5ª Campanha - 30/09/2019

Talude Esquerdo														
			6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
Leituras	Direta	M (m)	72462,191	72462,215	72453,307	72453,433	72450,951	72443,966	72432,135	72408,296	72404,948	72393,215	72387,109	72387,371
		P (m)	95608,597	95608,667	95619,198	95619,893	95620,414	95628,231	95641,897	95688,694	95711,945	95763,487	95787,073	95787,5487
		C (m)	1032,291	1032,634	1034,705	1037,127	1035,696	1037,308	1037,521	1041,861	1043,999	1044,342	1045,946	1046,316
	Inversa	M (m)	72462,190	72462,213	72453,306	72453,434	72450,952	72443,968	72432,136	72408,296	72404,949	72393,215	72387,108	72387,371
		P (m)	95608,597	95608,667	95619,198	95619,894	95620,414	95628,231	95641,896	95688,694	95711,947	95763,487	95787,072	95787,547
		C (m)	1032,29	1032,631	1034,703	1037,126	1035,695	1037,307	1037,52	1041,86	1043,998	1044,342	1045,944	1046,316
Média das leituras		M (m)	72462,191	72462,214	72453,307	72453,434	72450,952	72443,967	72432,1355	72408,296	72404,9485	72393,215	72387,1085	72387,3705
		P (m)	95608,597	95608,667	95619,198	95619,894	95620,414	95628,231	95641,897	95688,694	95711,946	95763,487	95787,0725	95787,54785
		C (m)	1032,2905	1032,6325	1034,704	1037,127	1035,696	1037,3075	1037,521	1041,8605	1043,9985	1044,342	1045,945	1046,316

Tabela 10 - 5ª Campanha Topográfica

Capítulo VIII

Apresentação e interpretação dos Resultados obtidos



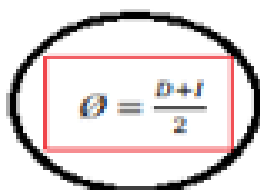
8.1 - Deslocamentos dos alvos topográficos

No início da fase de análise é elaborada uma recolha de informação para se poder caracterizar o comportamento da estrutura quando sujeita às ações provocadas pelo próprio terreno (ações permanentes) e às ações provocadas pelo homem (ações variáveis). As condições de segurança são verificadas a partir da interpretação dos resultados obtidos da leitura da instrumentação e da observação da estrutura, juntamente com o que foi estipulado no Plano de Instrumentação e Observação

Em 2014 foram realizadas as campanhas de monitorização topográficas nos taludes da Via da Cintura Externa da Guarda. Com essa informação por base foram retomadas as leituras topográficas este ano, 2019, com o intuito de constatar as possíveis deformações no local em estudo.

Após as 5 campanhas de observações, procedeu-se à análise dos dados recolhidos. No programa Excel realizaram-se todas as operações aritméticas necessárias para realizar o estudo dos possíveis deslocamentos.

Todo o processo para o estudo do troço do talude em questão baseia-se no método de variação das coordenadas, na qual obtém-se as leituras dos alvos monitorizado na posição direta e inversa da luneta, utilizando assim as suas médias para as verificações posteriores.


$$\theta = \frac{D+I}{2}$$

Equação 1 – Fórmulas para o cálculo da média

Em seguida são apresentados os gráficos referentes às diferenças de leituras registadas em 2014 e 2019, sendo 2014 a altura em que se deu início desse projeto, retomando as medições esse ano.

Efetuada as médias para as 6 campanhas de observação realizaram-se três tipos de diferenças.

- ♦ A 1ª verificação, foi a diferença entre a primeira campanha feita em 2019 (29-04-2019) com a campanha de referência de 2014 (3-10-2014).

1ª Verificação												
Talude Esquerdo	6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
ΔM	0,011	0,007	0,010	0,009	-0,003	0,020	0,049	0,008	0,008	-0,843	5,984	6,106
ΔP	0,001	0,000	0,004	0,003	-0,012	-0,003	0,040	0,009	0,011	-5,511	-4,735	-4,829
$\Delta Cota$	0,001	-0,005	-0,006	-0,006	0,002	0,011	0,033	0,003	-0,004	0,001	-0,005	-0,005

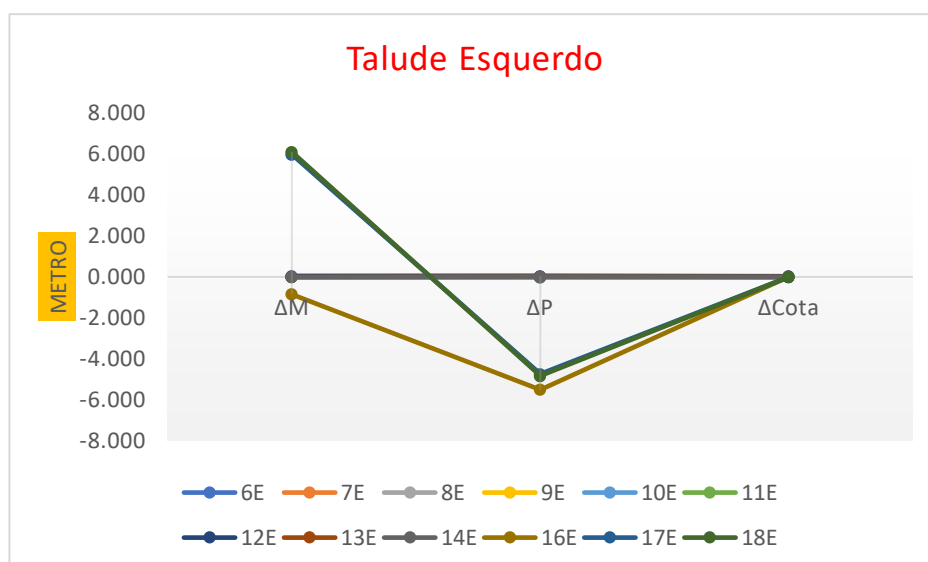


Tabela 11 – 1ª verificação

O intervalo do gráfico 11 referentes ao talude esquerdo se encontram muito disperso devido a variação elevada dos dados da coordenada M para os alvos 17E (- 5.984 m) e o 18E (- 6.106 m).

Tendo como exemplo a Tabela 11, verifica-se que ao longo do tempo os deslocamentos registados no talude provocaram movimentos onde se registam valores negativos (no sentido da coordenada M). O deslocamento não assume dimensões preocupantes, sendo preciso apenas um controlo do mesmo e o registo da sua evolução.

Para as campanhas foram registadas todas as adaptações feitas desde o Plano de Instrumentação e observações de acordo com possíveis avarias ou dificuldades na instalação da instrumentação.

No início da fase de exploração é elaborada uma recolha de informação para se poder caracterizar o comportamento da estrutura quando sujeita às ações provocadas pelo próprio terreno (ações permanentes) e às ações provocadas pelo homem (ações variáveis). As condições de segurança são verificadas a partir da interpretação dos resultados obtidos da leitura da instrumentação e da observação da estrutura, juntamente com o que foi estipulado no Plano de Instrumentação e Observação.

- ♦ A 2ª verificação, foi a diferença intermédia, sendo esta a diferença entre as campanhas efetuadas de forma sequencial, mantendo assim a 1ª campanha como referência e fazendo diferença intermédia utilizando a expressão: ($\Delta_{12} = 2^a - 1^a$), ($\Delta_{13} = 3^a - 1^a$), e assim sucessivamente.

2ª Verificação												
Talude Esquerdo												
	6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
ΔM	-0,002	0,000	0,000	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,003	0,000	0,002	0,000	-0,001
ΔP	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,003	0,000	0,001	-0,007	0,001	-0,001	-0,001	-0,002
$\Delta Cota$	0,001	0,000	0,000	-0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,005	0,004

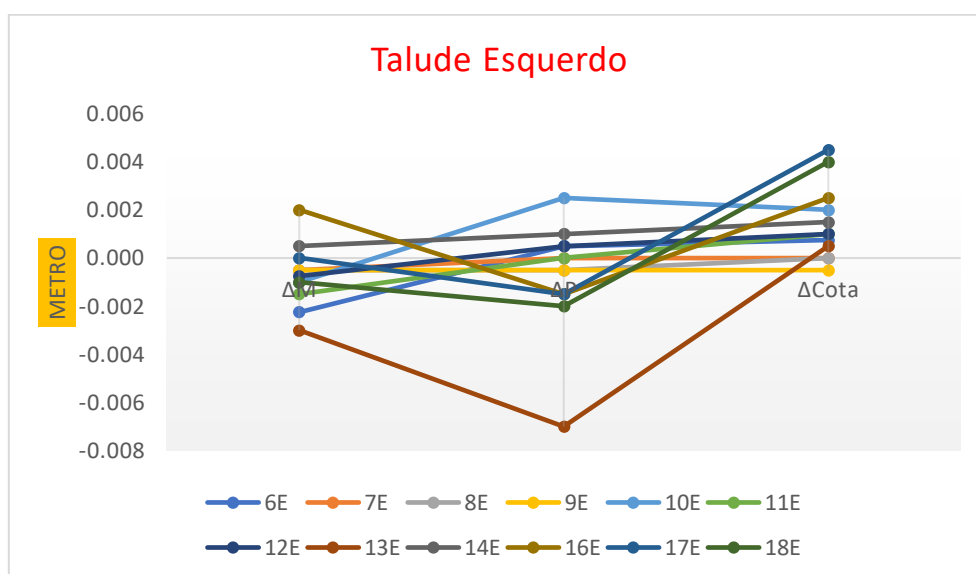


Tabela 12 - 2ª verificação

3ª Verificação

Talude Esquerdo

	6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
ΔM	-0,004	0,000	-0,001	0,000	0,000	0,003	0,005	-0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
ΔP	0,005	-0,001	-0,002	0,000	0,004	-0,002	0,001	-0,007	0,002	-0,004	-0,001	-0,003
$\Delta Cota$	-0,001	0,001	0,000	0,001	-0,001	0,000	0,001	0,002	-0,001	0,003	0,003	0,003

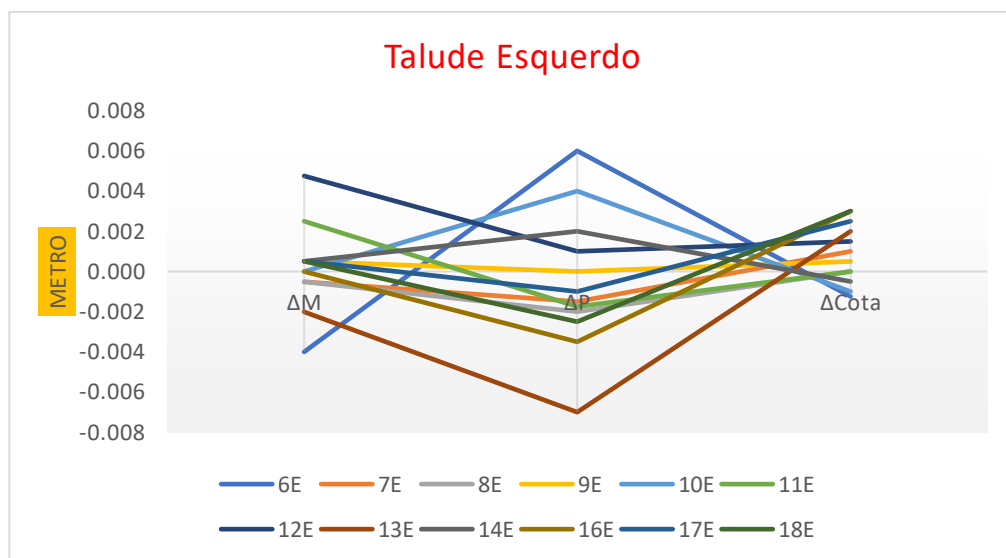


Tabela 13 - 3ª verificação

4ª Verificação

Talude Esquerdo

	6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
ΔM	0,003	0,001	-0,002	0,001	0,000	0,003	0,007	-0,007	0,000	0,002	0,003	0,001
ΔP	0,000	0,001	-0,002	0,001	0,001	-0,004	0,002	-0,010	0,002	0,005	-0,003	-0,004
$\Delta Cota$	0,000	0,001	0,001	0,001	0,005	0,003	0,006	0,002	0,001	0,004	0,004	0,003

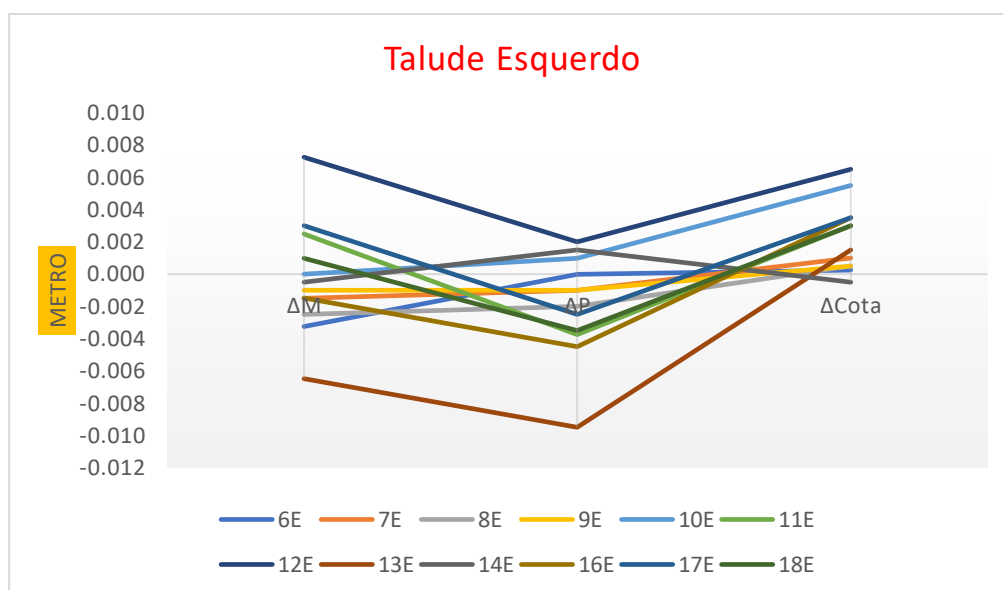


Tabela 14 - 4ª verificação

- ♦ A 5ª verificação calculada foi a diferença entre a 5ª campanha efetuadas nesse projeto em 2019 com a última ou 1ª campanha (campanha de referência) também em 2019.

5ª Verificação												
Talude Esquerdo	6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
ΔM	0,003	-0,003	-0,004	0,003	0,000	0,005	0,005	0,006	0,000	0,015	0,003	0,000
ΔP	0,002	0,002	-0,003	0,002	0,001	-0,001	0,005	0,008	-0,001	0,011	0,002	-0,003
$\Delta Cota$	-0,002	-0,001	-0,003	0,003	-0,001	-0,001	0,003	0,000	-0,001	-0,003	0,003	0,003

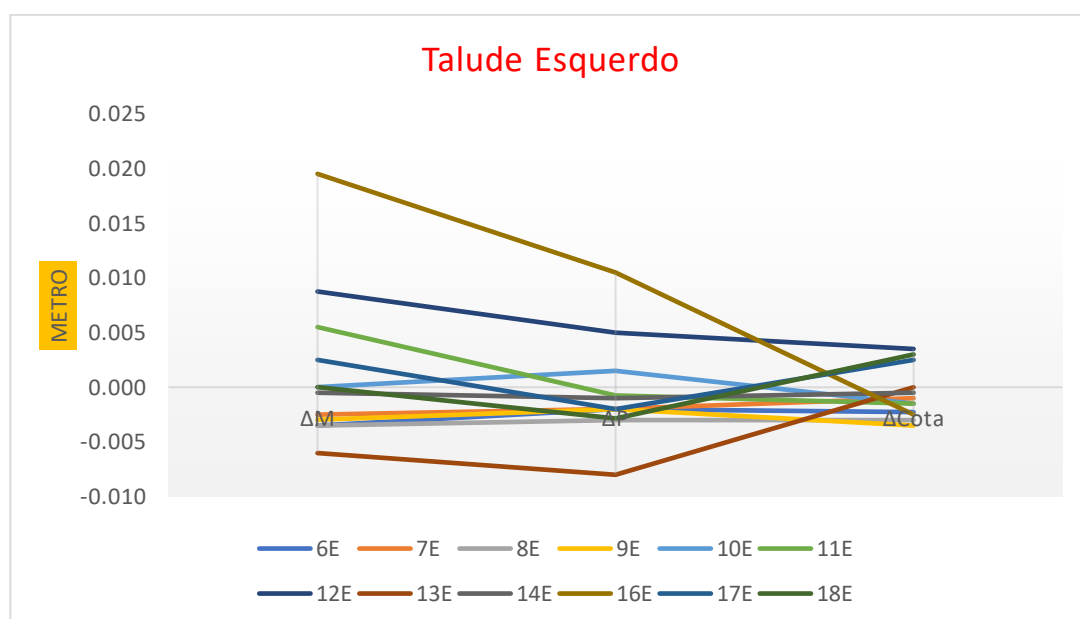


Tabela 15 - 5ª verificação

8.2 - Análise Gráfica das observações realizadas

Na altura da realização do plano de Observação não foi definido os critérios de alerta e alarme para os deslocamentos lidos nos alvos topográficos instalados nos taludes, pois estes valores deverão ser definidos quando se realiza o projeto das obras/dos taludes, de acordo com alguns parâmetros nomeadamente, o tipo de material e maciço e isso não foi feito, pelo que não temos essa informação.

O objetivo proposto foi controlar, por via dos deslocamentos lidos nos alvos os possíveis deslocamentos/deslizamento, tomando por referência a relação entre a variação dos valores lidos em 2014 e em 2019.

Nas tabelas 16, 17 e 18 e nos gráficos 1, 2 e 3 são apresentados os deslocamentos em relação às coordenadas M, P e Cota dos alvos em cada campanha, sendo que:

- ◆ A coordenada M tem direção paralela ao Talude;
- ◆ A coordenada P tem direção perpendicular ao talude;
- ◆ E a Cota tem movimento de assentamento ou de elevação do talude.

Na figura 38 existe o ponto A que é exemplificativo de um alvo colocado no talude e que tem a respetiva coordenada M considerada no eixo do P e a coordenada P no eixo M.

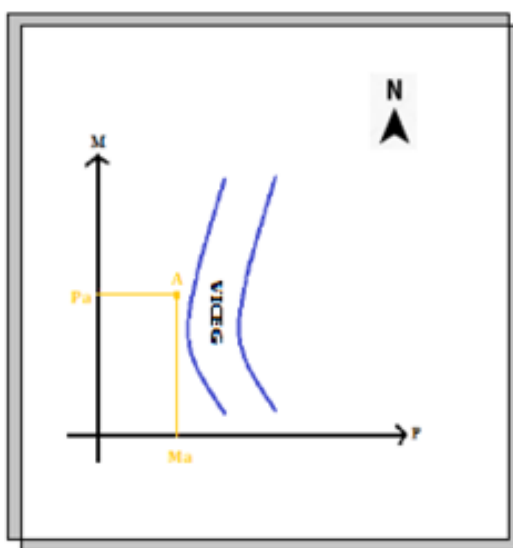


Figura 40 - Tendência do talude no sistema de eixos

A tabela e gráficos abaixo ilustram os resultados obtidos para a coordenada M, P e Cota sendo:

- ♦ **ΔM (29-05-2019)** a diferença das coordenadas do ponto M da primeira campanha desse projeto com a última campanha de 2014, tendo assim o deslizamento ocorrido nesse intervalo de tempo.
- ♦ **ΔM (19-06-2019)**, diferença entre a 2ª campanha (desse projeto) com a 1ª campanha (campanha de referência);
- ♦ **ΔM (25-07-2019)** diferença entre a 3ª campanha (desse projeto) com a 1ª campanha;
- ♦ **ΔM (02-09-2019)** diferença entre a 4ª campanha (desse projeto) com a 1ª campanha;
- ♦ **ΔM (30-09-2019)** é a diferença entre a 5ª campanha com a 1ª campanha tendo assim o deslocamento/deslizamento ocorrido nesses 5 meses de monitorização.

Nota: O procedimento para as coordenadas P e Cota é igual ao das coordenadas M.

A tabela 16 e o Gráfico 1 ilustra as variações obtidos para a coordenada M no talude esquerdo.

	Talude Esquerdo												
	6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E	
ΔM (29-05-2019)	0,011	0,007	0,010	0,009	-0,003	0,020	0,049	0,008	0,008	-0,843	5,984	6,106	
ΔM (24-06-2019)	-0,002	0,000	0,000	-0,001	-0,001	-0,001	-0,001	-0,003	0,000	0,002	0,000	-0,001	
ΔM (24-07-2019)	-0,004	0,000	-0,001	0,000	0,000	0,003	0,005	-0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	
ΔM (02-09-2019)	-0,003	-0,001	-0,002	-0,001	0,000	0,003	0,007	-0,007	0,000	-0,002	0,003	0,001	
ΔM (30-09-2019)	-0,003	-0,003	-0,004	-0,003	0,000	0,005	0,009	-0,006	0,000	0,019	0,003	0,000	

Tabela 16 – Variação da Coordenada M em todas as campanhas

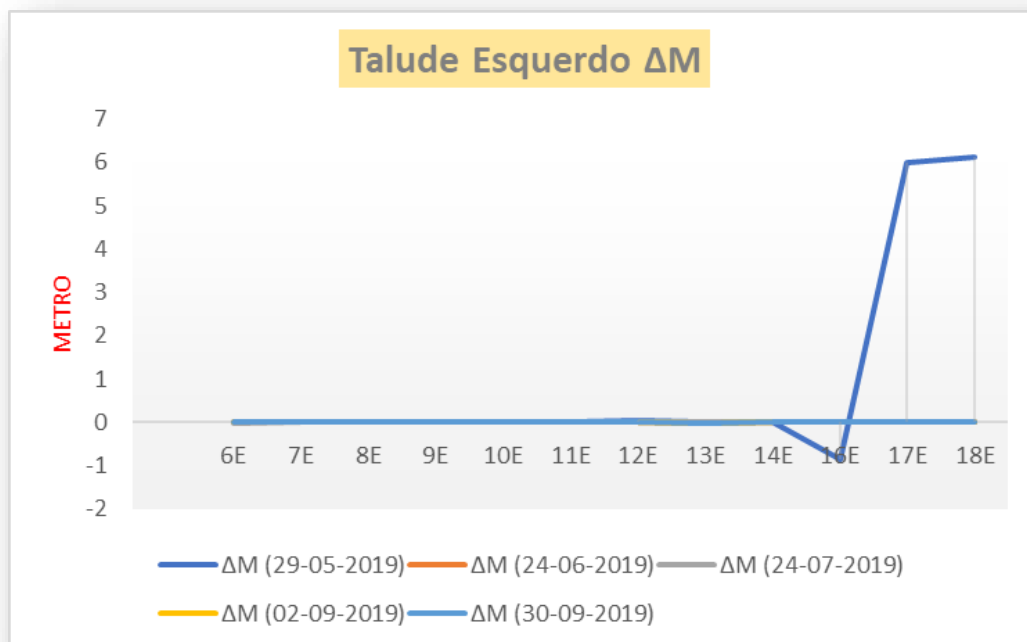


Gráfico 1 - Variação da Coordenada M em todas as campanhas

A tabela 17 e o Gráfico 2 ilustra as variações obtidos para a coordenada P no talude esquerdo.

	Talude Esquerdo												
	6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E	
ΔP (29-05-2019)	0,001	0,000	0,004	0,003	-0,012	-0,003	0,040	0,009	0,011	-5,511	-4,739	-4,829	
ΔP (24-06-2019)	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,003	0,000	0,001	-0,007	0,001	-0,001	-0,001	-0,002	
ΔP (24-07-2019)	0,006	-0,001	-0,002	0,000	0,004	-0,002	0,001	-0,007	0,002	-0,004	-0,001	-0,003	
ΔP (02-09-2019)	0,000	-0,001	-0,002	-0,001	0,001	-0,004	0,002	-0,010	0,002	-0,005	-0,003	-0,004	
ΔP (30-09-2019)	-0,002	-0,002	-0,003	-0,002	0,001	-0,001	0,005	-0,008	-0,001	0,011	-0,002	-0,003	

Tabela 17 . Variação da Coordenada P em todas as campanhas

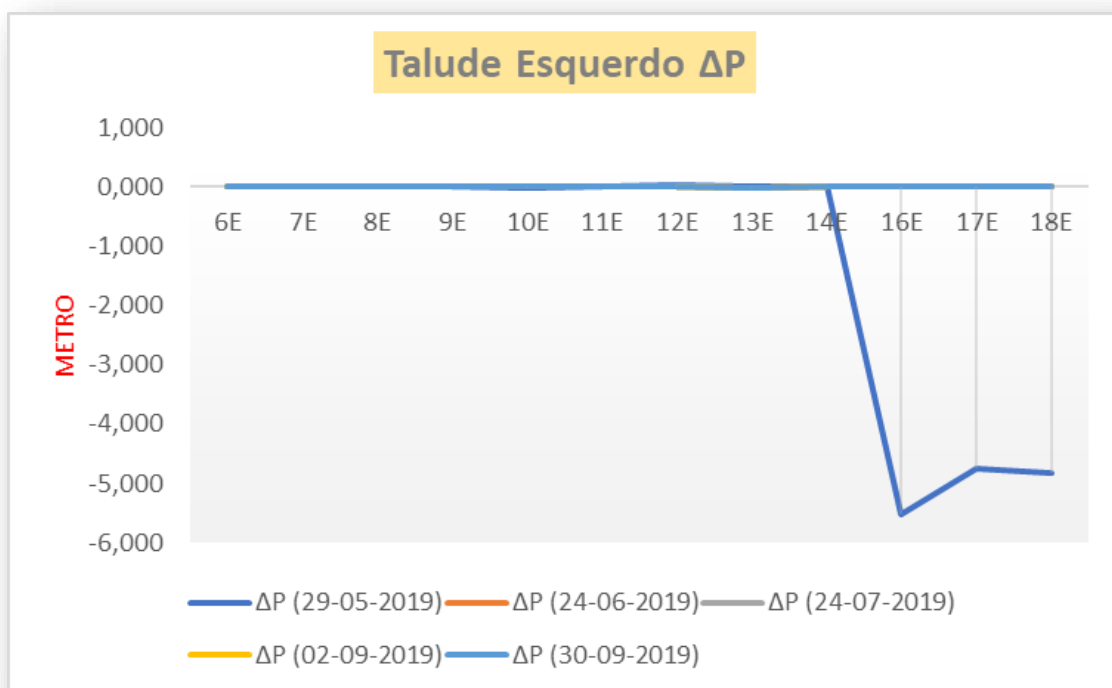


Gráfico 2 - Variação da Coordenada P em todas as campanhas

A tabela 18 e o Gráfico 3 ilustra as variações obtidos para Cota no talude esquerdo.

	Talude Esquerdo												
		6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
Δ Cota (29-05-2019)		0,001	-0,005	-0,006	-0,006	0,002	0,011	0,033	0,003	-0,004	0,001	-0,005	-0,005
Δ Cota (24-06-2019)		0,001	0,000	0,000	-0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,005	0,004
Δ Cota (24-07-2019)		-0,001	0,001	0,000	0,001	-0,001	0,000	0,001	0,002	-0,001	0,003	0,003	0,003
Δ Cota (02-09-2019)		0,000	0,001	0,001	0,001	0,005	0,003	0,006	0,002	-0,001	0,004	0,004	0,003
Δ Cota (30-09-2019)		-0,002	-0,001	-0,003	-0,003	-0,001	-0,001	0,003	0,000	-0,001	-0,003	0,003	0,003

Tabela 18 - Variação da Cota em todas as campanhas

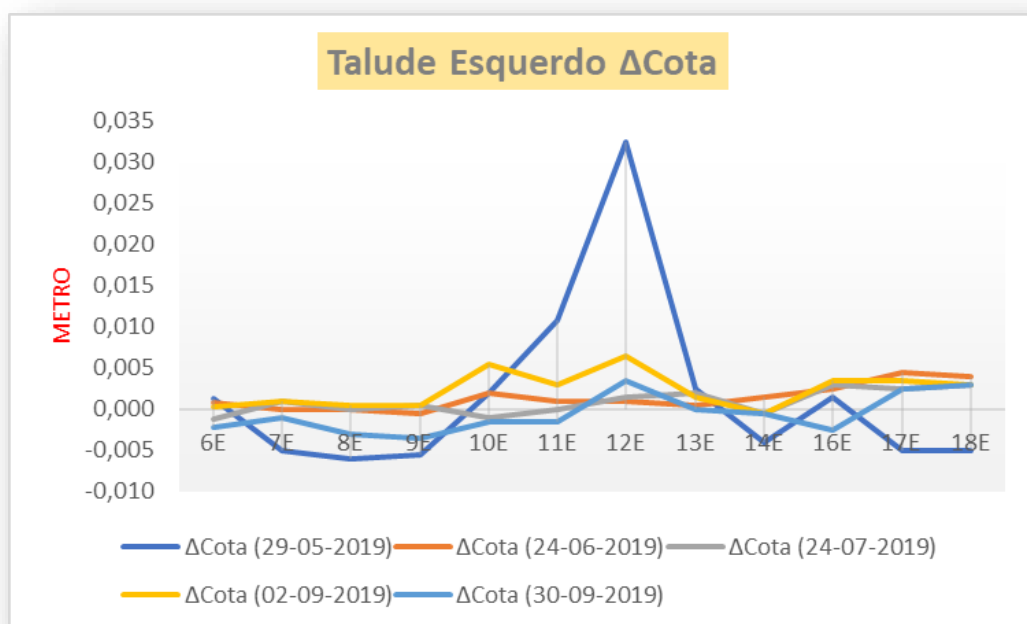


Gráfico 3 - Variação da Cota em todas as campanhas

Os valores assinalados a vermelho na tabela 16 e 17 são valores com erro grosseiro, talvez devido a erros humanos ou do observador, ou ainda devido às condições geológicas da rocha onde se encontram colocados os alvos.

Como se pode visualizar na análise gráfica não se verifica qualquer tendência por parte de nenhum dos alvos analisados, apenas se verificam erros do operador e erros instrumentais. Posteriormente não se verificaram esses erros, o que faz concluir que são erros específicos de um ponto, numa dada campanha, não se tornando assim uma questão preocupante para o projeto.

8.2.1 - Análise Gráfica das observações realizadas sem os erros grosseiros

O erro grosseiro é, geralmente, decorrente de mau uso ou mau funcionamento do sistema de medição. Pode, por exemplo, ocorrer em função de falsa leitura, operação indevida ou dano do sistema de medição. Seu valor é totalmente imprevisível, porém geralmente sua existência é facilmente detetável. Sua aparição pode ser resumida a casos muito isolados, desde que o trabalho de medição seja feito com consciência.

Para este trabalho o seu valor será considerado nulo, pelo fato de não serem considerados erros, mas sim faltas ou enganos do observador.

- ♦ A tabela 19 e o Gráfico 4 ilustra as variações obtidos para as coordenadas M no talude esquerdo com exceção dos erros grosseiros.

Talude Esquerdo												
	6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
ΔM (29-05-2019)	-0,011	-0,007	-0,010	-0,009	0,003	-0,020	-0,049	-0,008	-0,008			
ΔM (19-06-2019)	0,002	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,000	-0,002	0,000	0,001
ΔM (25-07-2019)	0,004	0,000	0,001	0,000	0,000	-0,003	-0,005	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
ΔM (02-09-2019)	0,003	0,001	0,002	0,001	0,000	-0,003	-0,007	0,007	0,000	0,002	-0,003	-0,001
ΔM (30-09-2019)	0,003	0,003	0,004	0,003	0,000	-0,005	-0,009	0,006	0,000	-0,019	-0,003	0,000

Nota: As unidades das deformações são em metro.

Tabela 19 - Variação da Coordenada M em todas as campanhas sem os erros grosseiros

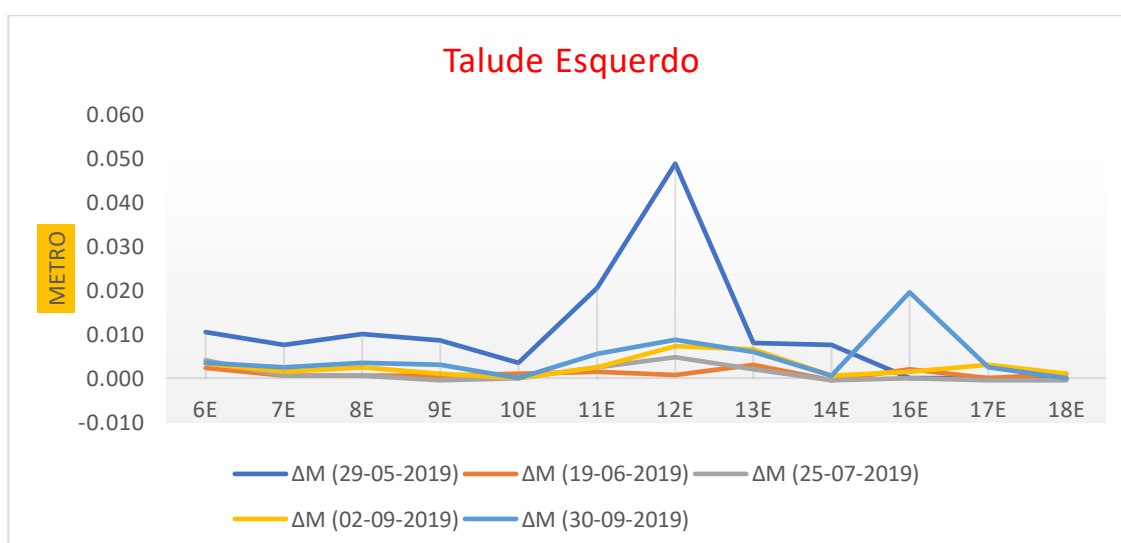


Gráfico 4 - Variação da Coordenada M em todas as campanhas sem os erros grosseiros

Pode-se verificar no gráfico 4 que as alterações mais visíveis são referentes ao ponto 12E na 1ª campanha (29/05/2019) com um desvio negativo de **0,049 m** e o ponto 16E como um desvio negativo de **0,019 m** na última campanha (30/09/2019).

- ♦ A tabela 20 e o Gráfico 5 ilustra as variações obtidos para as coordenadas P no talude esquerdo com exceção dos erros grosseiros.

Talude Esquerdo												
	6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
ΔP (29-05-2019)	-0,001	0,000	-0,004	-0,003	0,012	0,003	-0,040	-0,009	-0,011			
ΔP (19-06-2019)	0,000	0,000	0,000	0,001	-0,003	0,000	-0,001	0,007	-0,001	0,001	0,001	0,002
ΔP (25-07-2019)	-0,006	0,001	0,002	0,000	-0,004	0,002	-0,001	0,007	-0,002	0,004	0,001	0,003
ΔP (02-09-2019)	0,000	0,001	0,002	0,001	-0,001	0,004	-0,002	0,010	-0,002	0,005	0,003	0,004
ΔP (30-09-2019)	0,002	0,002	0,003	0,002	-0,001	0,001	-0,005	0,008	0,001	-0,011	0,002	0,003

Nota: As unidades das deformações são em metro.

Tabela 20 - Variação da Coordenada P em todas as campanhas sem os erros grosseiros

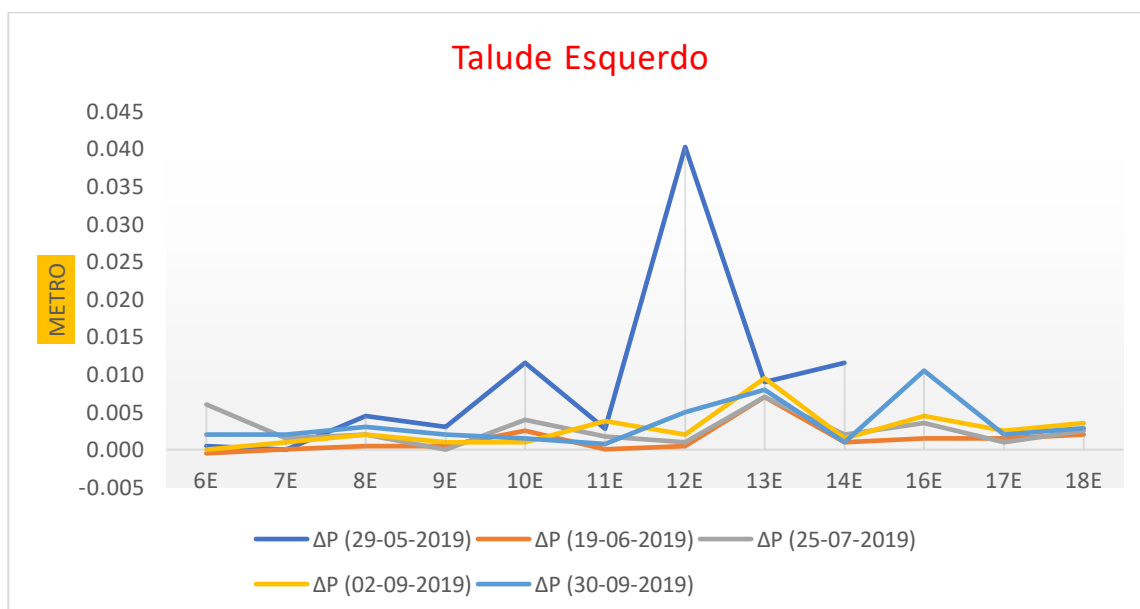


Gráfico 5 - Variação da Coordenada P em todas as campanhas sem os erros grosseiros

Já para as coordenadas P, gráfico 5, as alterações são aparentes no ponto 12E e 16E com desvios negativos, e no ponto 10E com desvio positivo como já referido anteriormente, nada significantes sendo assim classificados como erros grosseiros.

As variações referentes à cota por não ter erros grosseiros não se referem aqui, assim sendo os dados continuam iguais ao gráfico 3.

8.3 - Diferença máximo, mínimo e média dos alvos

Para obter a melhor percepção dos erros obtidos perante as campanhas, fez-se a diferença da média, a diferença dos máximos e dos mínimos dos alvos, verificando assim se esses dados se encontram dentro do considerado admissível.

Desta forma a tabela 19 apresentada, reflete os valores adquiridos dessas mesmas diferenças.

	Coordenada M			Coordenada P			Cota		
	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média
6E	0,011	0,002	0,005	0,006	0,000	0,002	0,002	0,000	0,001
7E	0,007	0,000	0,002	0,002	0,000	0,001	0,005	0,000	0,002
8E	0,010	0,000	0,003	0,004	0,000	0,002	0,006	0,000	0,002
9E	0,009	0,000	0,003	0,003	0,000	0,001	0,006	0,001	0,002
10E	0,003	0,000	0,001	0,012	0,001	0,004	0,005	0,001	0,002
11E	0,020	0,001	0,007	0,004	0,000	0,002	0,011	0,000	0,003
12E	0,049	0,001	0,007	0,040	0,001	0,010	0,033	0,001	0,009
13E	0,008	0,000	0,005	0,010	0,007	0,008	0,003	0,000	0,001
14E	0,008	0,000	0,002	0,011	0,001	0,003	0,004	0,001	0,006
16E	0,019	0,000	0,006	0,011	0,001	0,005	0,004	0,001	0,003
17E	0,003	0,000	0,001	0,003	0,001	0,002	0,005	0,003	0,004
18E	0,001	0,000	0,000	0,004	0,002	0,003	0,005	0,003	0,004

Tabela 21 - Diferenças Máximas, Mínimas e Média entre as campanhas

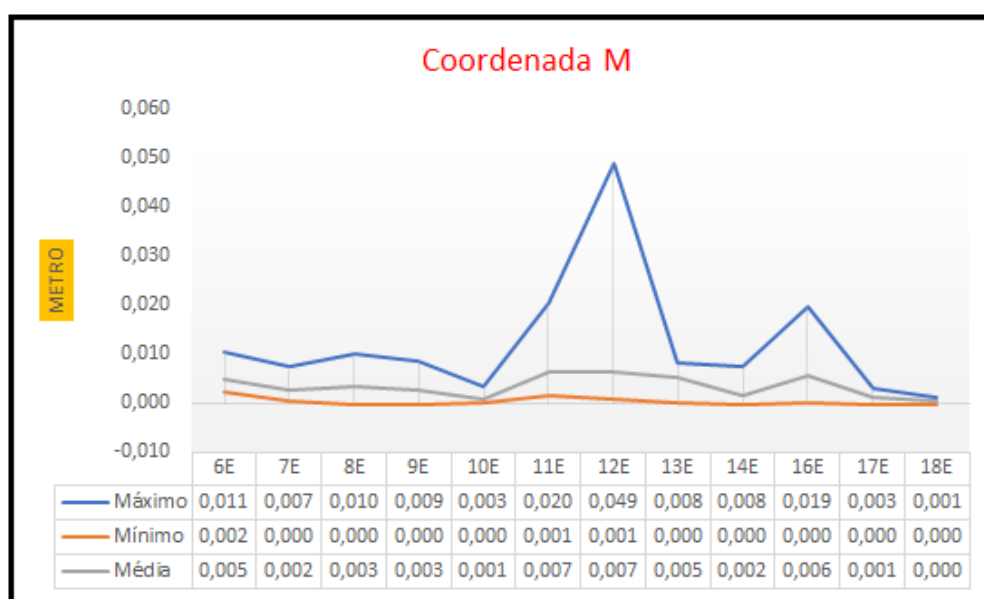


Gráfico 6 - Diferenças Máximas, Mínimas e Média para as Coordenadas M entre as campanhas

Pode-se concluir com o gráfico 4 referente à coordenada M, que existe uma variação máxima na ordem dos 0,019 m no alvo 16E e 0,02 m para o alvo 11E. Os 2 outros valores (5,986 m para o alvo 17E e 6,106 m para o alvo 18E) não se pode considerar nos máximos pois são erros grosseiros cometido ao longo do processo.

Relativamente à variação mínima, existe uma variação de 0.843 m para o alvo 16E.

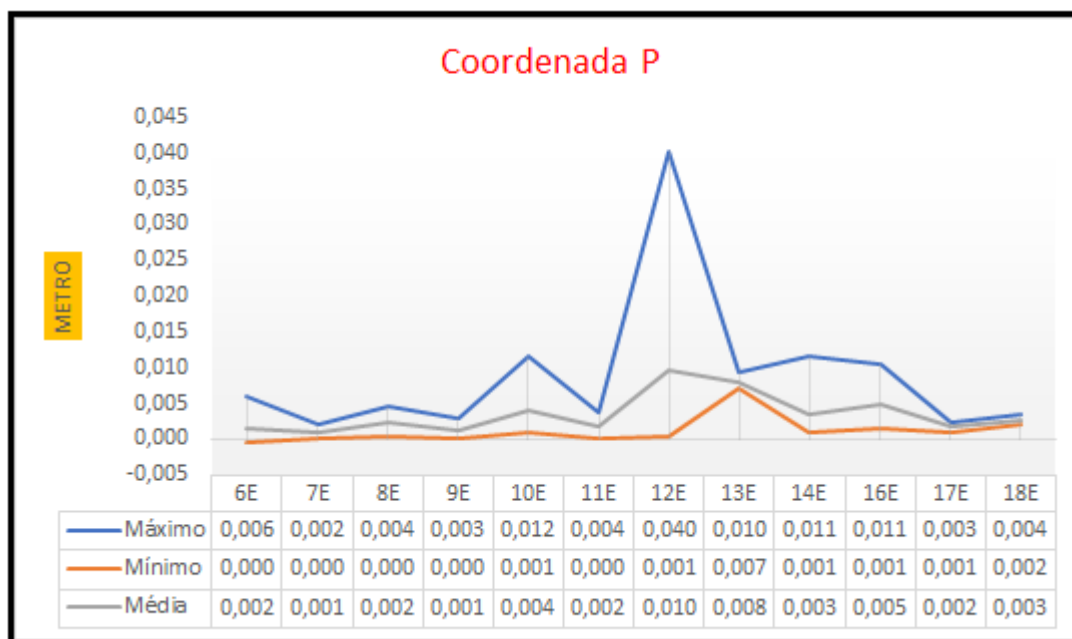


Gráfico 7 - Diferenças Máximas, Mínimas e Média para as Coordenadas P entre as campanhas

Já em relação ao gráfico 5, relativo à coordenada P verifica-se que o alvo 16E apresenta maior diferença entre o máximo, o mínimo e a média, mas com valores considerados erros grosseiros.

Relativamente à variação mínima existe uma variação de 0,01 mm para o alvo 13E e uma variação máximo de 0,02 mm para o alvo 11E e 0,04mm para 12E.

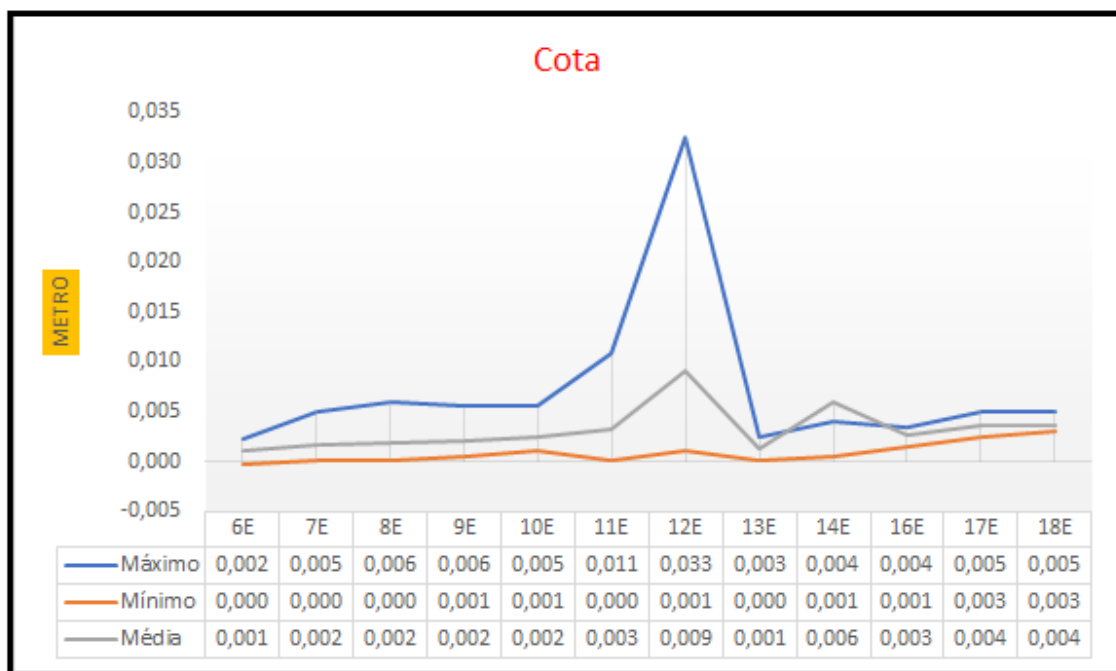


Gráfico 8 - Diferenças Máximas, Mínimas e Média para as Cota entre as campanhas

Relativamente à cota, verifica-se uma menor variação das coordenadas , ou seja, os erros são quase insignificantes, sendo assim a variação mínima de 0,006m para o alvo 8E e uma variação máxima de 0,011m para o alvo 11E.

8.4 - Estudo de possíveis tendências dos alvos de acordo com as observações efetuadas

De acordo com as várias análises feitas, não poderia ficar de fora a análise de estudos das observações obtidas por forma a averiguar se algum dos alvos monitorizados revelam alguma tendência e em qual sentido.

O mais provável seria, ambos os taludes terem uma tendência de variação perpendicular ao asfalto, ou seja, em sentido ao separador central, devido ao facto de os taludes estarem expostos a tanto desgastes, tanto das condições atmosféricas como a própria erosão, vegetação, linhas de água, entre outros.

Para avaliar a tendência dos alvos estudados neste relatório e de forma a verificar qual movimento poderá ter cada alvo, utilizou-se a simbologia descritiva no quadro seguinte.






	Ocorreu uma possível "tendência" de aproximação do separador central
	Ocorreu uma possível "tendência" de afastamento do separador central
	Ocorreu uma possível "tendência" em sentido à saída do Hospital
	Ocorreu uma possível "tendência" em sentido à rotunda do G
	Não ocorrência de uma possível "tendência"

Tabela 22 - Simbologia utilizada para análise de tendências de deslocamento

Na figura 41 pode-se visualizar a localização das zonas que são utilizadas na simbologia para criar as referências dos sentidos. O separador central é a parte no levantamento da VICEG onde se encontram os pontos fixos.

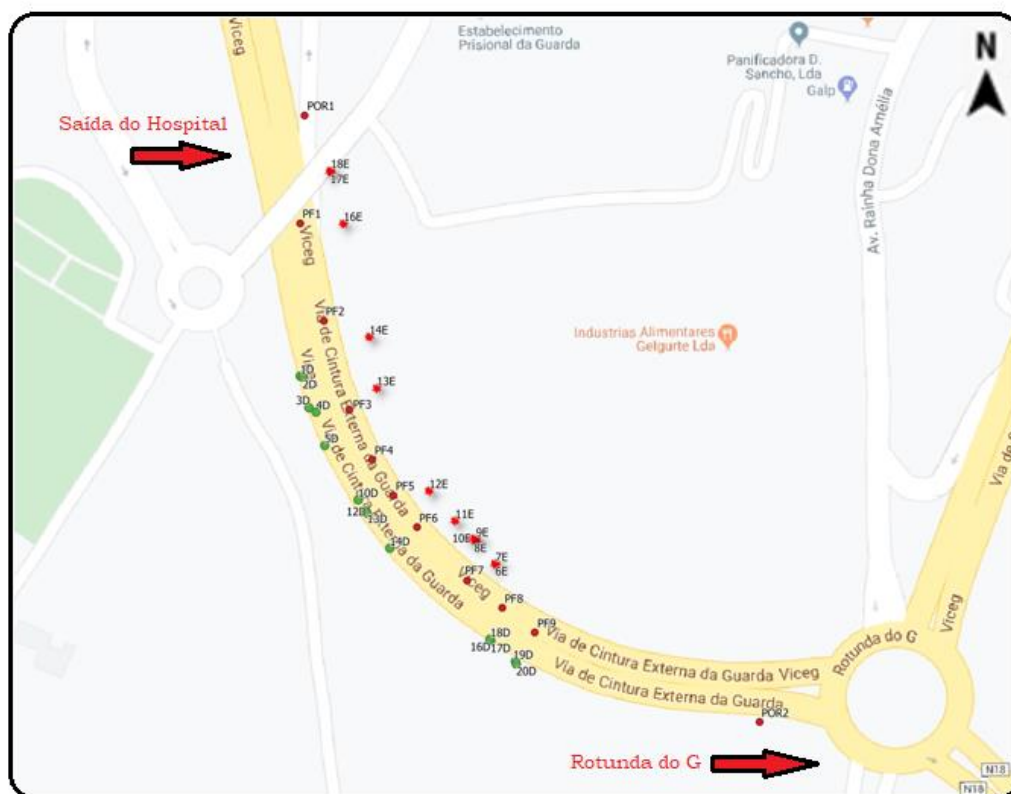


Figura 41 - Orientação definida para a zona de estudo

O quadro seguinte expõe o comportamento dos alvos do talude esquerdo observados, relativamente às coordenadas M, P e Cota nas suas possíveis tendências de deslocamento.

Sendo que $\Delta 2$, $\Delta 3$, $\Delta 4$, $\Delta 5$ e $\Delta 6$ representam as diferenças de cada uma das campanhas em relação à primeira (campanha de referência).

	Evolução das coordenadas	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$
		(29/05/2019)	(24/06/2019)	(24/07/2019)	(02/09/2019)	(30/09/2019)
6E	Evolução em M	↑	↓	↓	↓	↓
	Evolução em P	→	X	→	X	←
7E	Evolução em M	↑	X	X	↓	↓
	Evolução em P	X	X	←	←	←
8E	Evolução em M	↑	X	↓	↓	↓
	Evolução em P	→	X	←	←	←
9E	Evolução em M	↑	↓	X	↓	↓
	Evolução em P	→	←	X	←	←
10E	Evolução em M	↓	↓	X	X	X
	Evolução em P	←	→	→	→	→
11E	Evolução em M	↑	↓	↑	↑	↑
	Evolução em P	←	X	←	←	←
12E	Evolução em M	↑	↓	↑	↑	↑
	Evolução em P	→	→	→	→	→
13E	Evolução em M	↑	↓	↓	↓	↓
	Evolução em P	→	←	←	←	←
14E	Evolução em M	↑	X	X	X	X
	Evolução em P	→	→	→	→	←
16E	Evolução em M	↓	↑	X	↓	↑
	Evolução em P	←	←	←	←	→
17E	Evolução em M	↑	X	X	↑	↑
	Evolução em P	←	←	←	←	←
18E	Evolução em M	↑	↓	X	↑	X
	Evolução em P	←	←	←	←	←

Tabela 23 - Estudo da tendência de deslocamento dos alvos monitorizados

Analisando a tabela 20 não se verifica qualquer tendência de deslocamento, o mesmo resultado se obteve na análise gráfica dos alvos monitorizados.

Os possíveis motivos para a não ocorrência de deslocamento são variados, deste o espaço temporal ocorrido entre a campanha de referência e a última campanha ser reduzido, o facto de as campanhas de observação terem sido realizadas no Verão onde os fenómenos de grandes precipitações e ventos, assim como o fenómeno do gelo e degelo serem inexistentes.

A tendência principal foi no sentido do separador central, no eixo do PP, para as coordenadas MM.

A figura 40 representa os alvos no sistema de eixos do referencial.



Figura 42 - Alvos monitorizados no sistema de coordenadas

8.5 - Desvio padrão angular dos pontos fixos

O desvio padrão angular dos pontos fixos trata-se dos desvios deste perante a fase de orientação dos pontos estacionários. As orientações dos pontos fixos podem ser feitas usando dois ou mais pontos, sendo estes pontos fixos ou pontos de orientação.

A tabela abaixo ilustra o desvio padrão dos pontos fixos (PF1 á PF7) da última campanha, pois os pontos fixos (PF8 e PF9) foram orientados com um ponto só.

Desvio Padrao angular (g)	
Ponto Fixo	5ª Campanha (30/09/2019)
PF1	0,0041
PF2	0,0133
PF3	0,0119
PF4	0,0028
PF5	0,0485
PF6	0,0018
PF7	0,0193

Tabela 24 - Desvio padrão dos pontos fixos

8.6 - Estudo e Análise Gráfica do Desvio Padrão dos Alvos Monitorizados

A folha de cálculo (Anexo V) contém igualmente o desvio padrão (σ) para cada alvo observado, calculado utilizando a expressão:

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$$

Equação 2 – Fórmula para o cálculo do desvio padrão

Extraindo os valores do desvio padrão referentes as coordenadas M, P e Cota na folha de cálculo (Anexo V), podemos visualizar o gráfico 8 e a tabela 25 que representam o desvio padrão de cada observação para cada alvo nas coordenadas M, P e Cota, respetivamente.

Com esta informação procede-se à análise gráfica do desvio padrão para as coordenadas M, P e Cota.

Alvo	Desvio em M	Desvio em P	Desvio em Cota
6E	0,0019	0,003	0,0013
7E	0,0015	0,0011	0,0015
8E	0,0016	0,0013	0,0017
9E	0,0011	0,0008	0,0017
10E	0,0004	0,0008	0,0017
11E	0,003	0,0017	0,0018
12E	0,0044	0,0017	0,003
13E	0,0029	0,0036	0,001
14E	0	0,001	0,0009
16E	0,0086	0,0062	0,0025
17E	0,0014	0,0013	0,0017
18E	0,0008	0,0014	0,0018

Tabela 25 – Desvio padrão dos alvos monitorizados

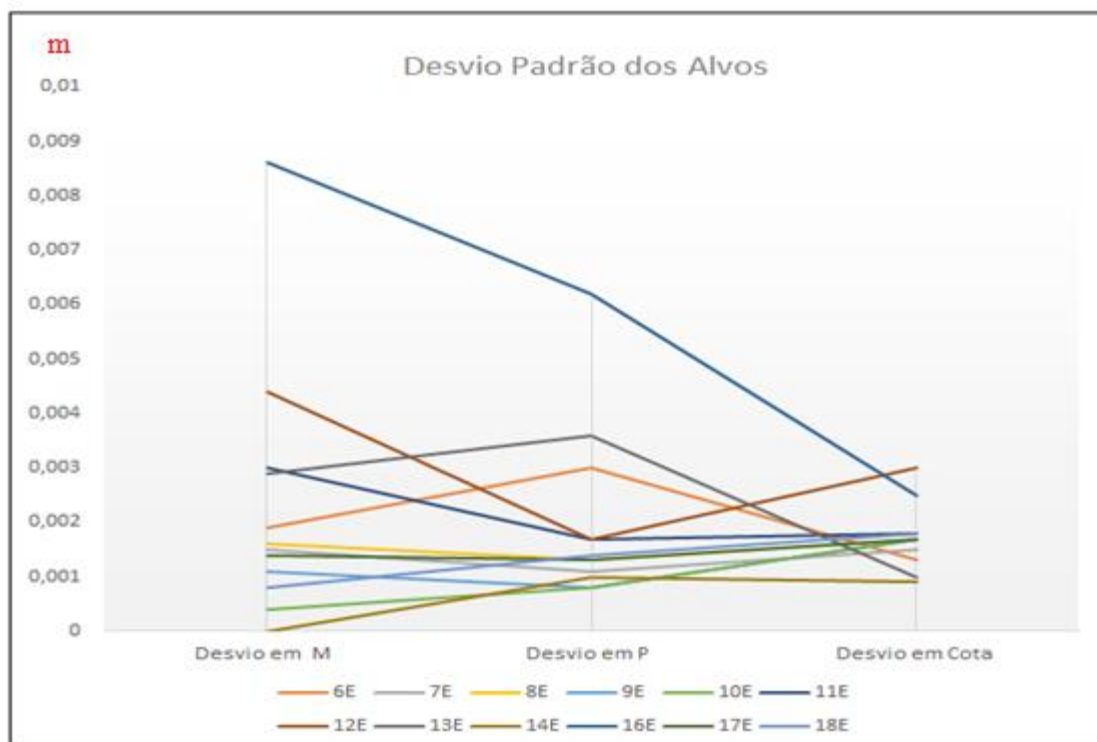


Gráfico 9 - Desvio padrão dos alvos monitorizados

Através do gráfico 7 verifica-se que os alvos possuem um desvio padrão muito estável, sendo estes na ordem dos milímetros, sendo esses desvios pouco significativos.

O alvo 16E se afasta um pouco dos valores dos outros alvos, tanto nas coordenadas M, P e Cota, apresentando um valor de 0,009 metros. Esta diferença é observada no Gráfico 7.

8.7 - Análise dos Resultados Obtidos em função do Tipo de Alvo

As tabelas seguintes estudam uma acoplagem entre a propensão de deslocamento do alvo com o tipo de alvo, ou seja, verificar se existe alguma relação nas diferenças das leituras com o facto de o alvo implantado no talude ter sido colado no talude, ou estar colocado numa estaca de madeira ou de metal.

Tipo de Alvo - Coordenada M						
ID do Alvo	Tipo de Alvos	(29-05-2019)	(19-06-2019)	(25-07-2019)	(02-09-2019)	(30-09-2019)
6E	Alvo Colado	-0,011	-0,002	0,004	0,003	0,003
7E	Alvo Colado	-0,007	0,000	0,000	0,001	0,003
8E	Alvo Colado	-0,010	0,000	0,001	0,002	0,004
9E	Alvo Colado	-0,009	0,001	0,000	0,001	0,003
10E	Alvo Colado	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000
11E	Alvo Colado	-0,020	0,001	-0,003	-0,003	-0,005
12E	Alvo Colado	-0,049	0,001	-0,005	-0,007	-0,009
13E	Alvo Colado	-0,008	0,003	0,002	0,007	0,006
14E	Alvo Colado	-0,008	0,000	0,000	0,000	0,000
16E	Alvo Colado		-0,002	0,000	0,002	-0,019
17E	Alvo Colado		0,000	0,000	-0,003	-0,003
18E	Alvo Colado		0,001	0,000	-0,001	0,000

Tabela 26- Tipo de alvo (coordenada M)

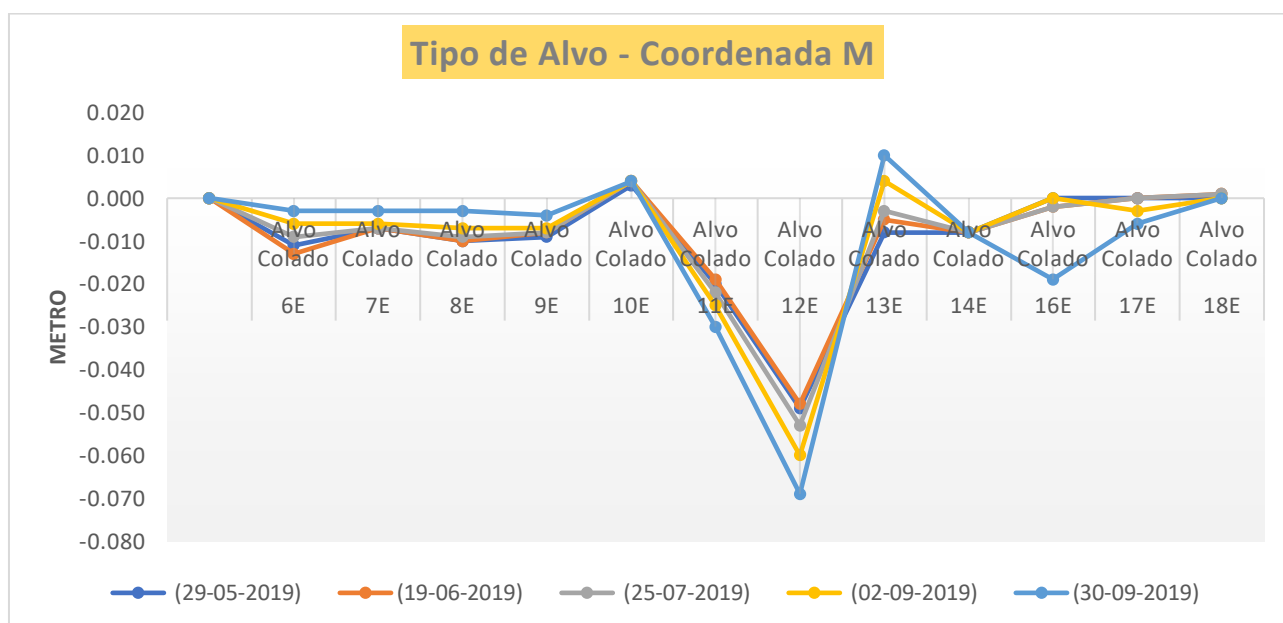


Gráfico 10 - Tipo de alvo (coordenada M)

Tipo de Alvo - Coordenada P						
ID do Alvo	Tipo de Alvos	(29-05-2019)	(19-06-2019)	(25-07-2019)	(02-09-2019)	(30-09-2019)
6E	Alvo Colado	-0,001	0,000	-0,006	0,000	0,002
7E	Alvo Colado	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002
8E	Alvo Colado	-0,004	0,000	0,002	0,002	0,003
9E	Alvo Colado	-0,003	0,001	0,000	0,001	0,002
10E	Alvo Colado	0,012	-0,003	-0,004	-0,001	-0,001
11E	Alvo Colado	0,003	0,000	0,002	0,004	0,001
12E	Alvo Colado	-0,040	-0,001	-0,0011	-0,002	-0,005
13E	Alvo Colado	-0,009	0,007	0,007	0,001	0,008
14E	Alvo Colado	-0,011	-0,001	-0,002	-0,002	0,001
16E	Alvo Colado		0,001	0,00	0,005	-0,011
17E	Alvo Colado		0,001	0,001	0,003	0,002
18E	Alvo Colado		0,002	0,003	0,004	0,003

Tabela 27 - Tipo de alvo (coordenada P)

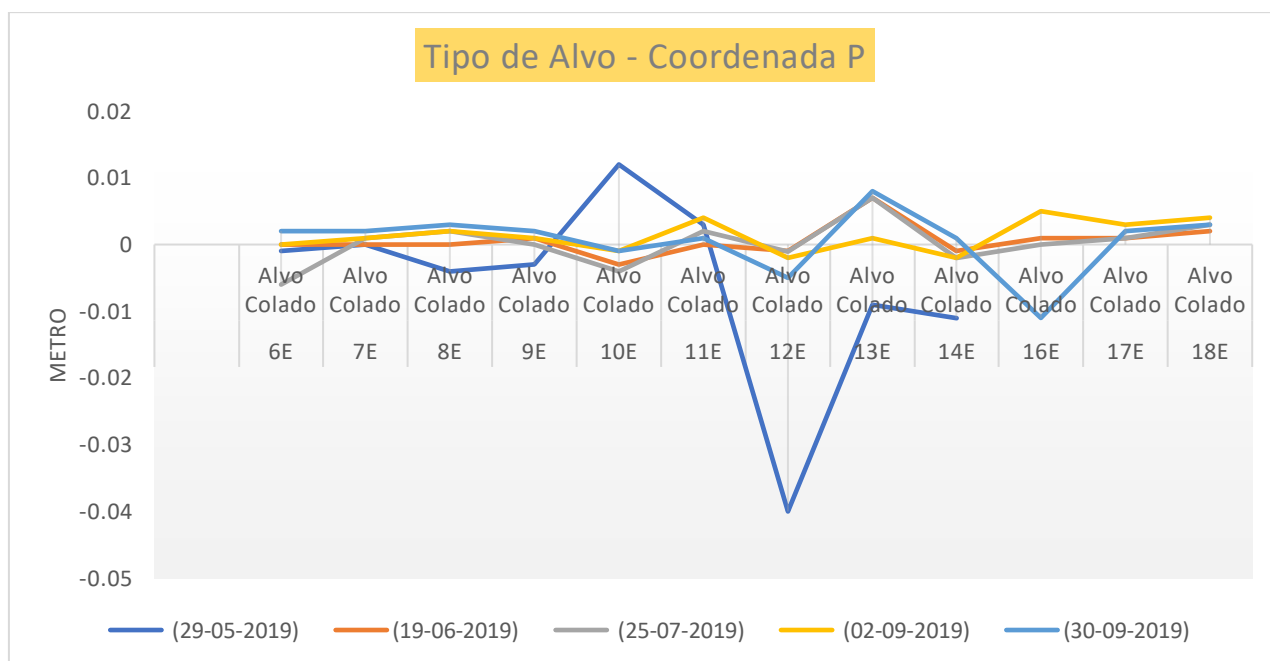


Gráfico 11 - Tipo de alvo (coordenada P)

Tipo de Alvo - Cota						
ID do Alvo	Tipo de Alvos	(29-05-2019)	(19-06-2019)	(25-07-2019)	(02-09-2019)	(30-09-2019)
6E	Alvo Colado	-0,001	-0,001	0,001	0,000	0,002
7E	Alvo Colado	0,005	0,000	-0,001	-0,001	0,001
8E	Alvo Colado	0,006	0,000	0,000	-0,001	0,003
9E	Alvo Colado	0,006	0,001	-0,001	-0,001	0,003
10E	Alvo Colado	-0,002	-0,002	0,001	-0,005	0,001
11E	Alvo Colado	-0,011	-0,001	0,000	-0,003	0,001
12E	Alvo Colado	-0,033	-0,001	-0,001	-0,006	-0,003
13E	Alvo Colado	-0,003	-0,001	-0,002	-0,002	0,000
14E	Alvo Colado	0,004	-0,001	0,001	0,001	0,001
16E	Alvo Colado	-0,001	-0,003	-0,003	-0,004	0,003
17E	Alvo Colado	0,005	-0,005	-0,003	-0,004	0,003
18E	Alvo Colado	0,005	-0,004	-0,003	0,003	-0,003

Tabela 28 - Tipo de alvo (Cota)

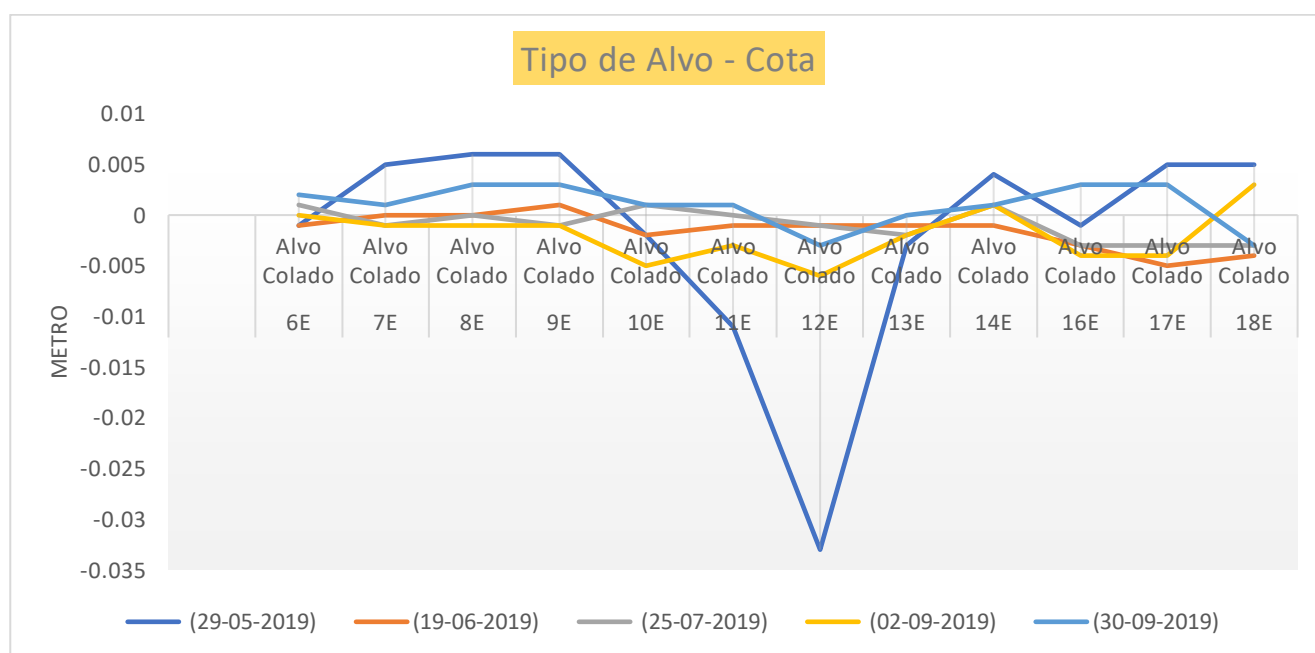


Gráfico 12 - Tipo de alvo (Cota)

Tecnicamente a estaca de madeira (Anexo III) e de metal seriam alvos mais abaláveis do que o alvo colado, isto porque a implantação física do tipo de alvo está diretamente relacionada com o material do talude, mas no troço esquerdo só se encontram alvos colados.

Pode-se verificar que no gráfico 9 as alterações mais visíveis são referentes ao ponto 12E. Em todas as campanhas, concluindo assim que se teve um pequeno desvio em relação a esse ponto, no que se refere as coordenadas M.

Já para as coordenadas P, gráfico 10, as alterações são aparentes no ponto 10E e 12E, sendo assim o ponto 12E com desvios positivos na ordem dos **4 cm**, e o ponto 10E com um desvio positivo de **1 cm**.

Em relação a Cota o ponto problemático continua sendo o ponto 12E, podendo assim dizer que esse ponto requer uma atenção especial devidos as possíveis alterações referidas.

8.8 - Análise dos Resultados Obtidos em função do Material do Talude

Como o material do talude influencia muito na queda dos alvos, devido ao fato do contato direto entre eles, quer no que toca os alvos colados, quer no que se refere as estacas.

Referente ao troço esquerdo do talude em estudo só se encontram alvos colados, e existem 3 tipos de materiais que constituem o talude, são eles:

- Maciço rochoso
- Bloco granítico solto;
- Filão de quartzo de preenchimento de caixa de falha.

Algumas das características de qualidade dos maciços rochosos podem ser descritas de forma simples através de classificações baseadas em métodos expeditos de observação, como por exemplo a tabela

Símbolo	Designação	Características
W ₁	Sã	A rocha não apresenta quaisquer sinais de alteração
W ₂	Pouco alterada	Sinais de alteração apenas nos planos e bordos das discontinuidades
W ₃	Medianamente alterada	Alteração visível em todo o maciço rochoso (mudança de cor) mas a rocha não é friável (não se desagrega em contacto com a água)
W ₄	Muito alterada	Alteração visível em todo o maciço e a rocha é parcialmente friável
W ₅	Decompоста	O maciço apresenta-se completamente friável (comportamento de solo)

Figura 43 - Estado de alteração do maciço (Fonte: <https://ria.ua.pt/bitstream>)

ID do alvo	Material do Talude	Coordenada M				
		29-05-2019	19-06-2019	25-07-2019	02-09-2019	30-09-2019
6E	Maciço Rochoso	-0.011	0.002	0.004	0.003	0.003
7E	Maciço Rochoso	-0.007	0.000	0.000	0.001	0.003
8E	Maciço Rochoso	-0.010	0.000	0.001	0.002	0.004
9E	Maciço Rochoso	-0.009	0.001	0.000	0.001	0.003
10E	Maciço Rochoso	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000
11E	Maciço Rochoso	-0.020	0.001	-0.003	-0.003	-0.005
12E	Bloco Granito Solto numa caixa de falha	-0.049	0.001	-0.005	-0.007	-0.009
13E	Maciço Rochoso	-0.008	0.003	0.002	0.007	0.006
14E	Maciço Rochoso	-0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
16E	Filão de Quartzo de preenchimento da caixa de falha		-0.002	0.000	0.002	-0.019
17E	Maciço Rochoso		0.000	0.000	-0.003	-0.003
18E	Maciço Rochoso		0.001	0.000	-0.001	0.000

Tabela 29 - Material do talude onde se encontram os alvos (Coordenada M)

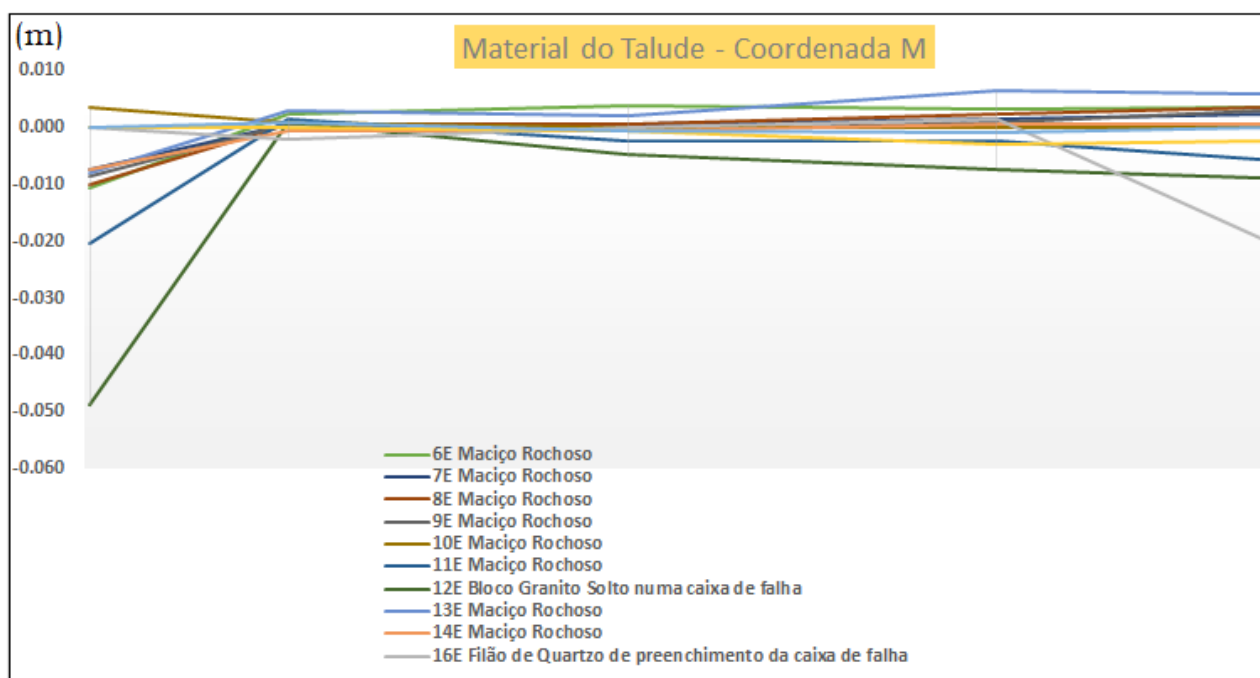


Gráfico 13 - Material do talude onde se encontram os alvos (Coordenada M)

Tal como nos casos anteriores de análise, verifica-se que as diferenças obtidas para a coordenada M não demonstram qualquer tendência elevada no material do talude, com exceção dos pontos 11E e 12E para a 1ª campanha (29/05/2019).

ID do alvo	Material do Talude	Coordenada P				
		29-05-2019	19-06-2019	25-07-2019	02-09-2019	30-09-2019
6E	Maciço Rochoso	-0.001	0.000	-0.006	0.000	0.002
7E	Maciço Rochoso	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002
8E	Maciço Rochoso	-0.004	0.000	0.002	0.002	0.003
9E	Maciço Rochoso	-0.003	0.001	0.000	0.001	0.002
10E	Maciço Rochoso	0.012	-0.003	-0.004	-0.001	-0.001
11E	Maciço Rochoso	0.003	0.000	0.002	0.004	0.001
12E	Bloco Granito Solto numa caixa de falha	-0.040	-0.001	-0.001	-0.002	-0.005
13E	Maciço Rochoso	-0.009	0.007	0.007	0.010	0.008
14E	Maciço Rochoso	-0.011	-0.001	-0.002	-0.002	0.001
16E	Filão de Quartzo de preenchimento da caixa de falha		0.001	0.004	0.005	-0.011
17E	Maciço Rochoso		0.001	0.001	0.003	0.002
18E	Maciço Rochoso		0.002	0.003	0.004	0.003

Tabela 30 - Material do talude onde se encontram os alvos (Coordenada P)

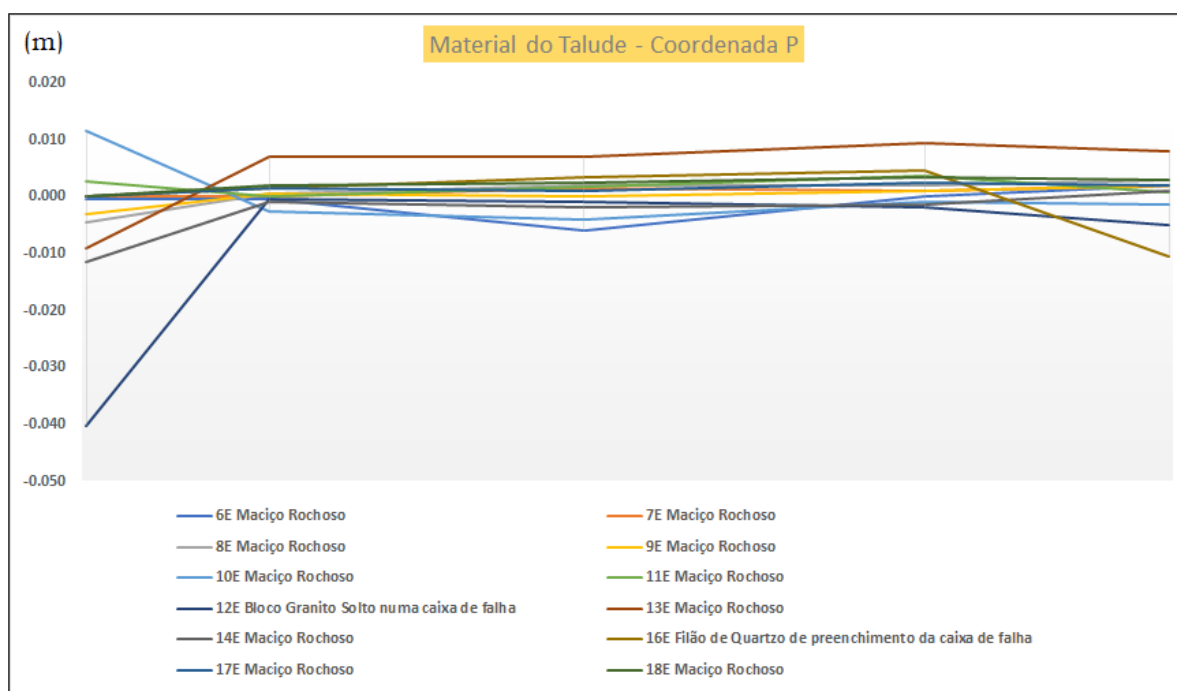


Gráfico 14 - Material do talude onde se encontram os alvos (Coordenada P)

Para a coordenada P, verifica-se que o material não apresenta grandes variações, a não ser o ponto 12E com uma variação negativa de **0.040 m**.

ID do alvo	Material do Talude	Cota				
		29-05-2019	19-06-2019	25-07-2019	02-09-2019	30-09-2019
6E	Maciço Rochoso	-0.001	-0.001	0.001	0.000	0.002
7E	Maciço Rochoso	0.005	0.000	-0.001	-0.001	0.001
8E	Maciço Rochoso	0.006	0.000	0.000	-0.001	0.003
9E	Maciço Rochoso	0.006	0.001	-0.001	-0.001	0.003
10E	Maciço Rochoso	-0.002	-0.002	0.001	-0.005	0.001
11E	Maciço Rochoso	-0.011	-0.001	0.000	-0.003	0.001
12E	Bloco Granito Solto numa caixa de falha	-0.033	-0.001	-0.001	-0.006	-0.003
13E	Maciço Rochoso	-0.003	-0.001	-0.002	-0.002	0.000
14E	Maciço Rochoso	0.004	-0.001	0.001	0.001	0.001
16E	Filão de Quartzo de preenchimento da caixa de falha	-0.001	-0.003	-0.003	-0.004	0.003
17E	Maciço Rochoso	0.005	-0.005	-0.003	-0.004	-0.003
18E	Maciço Rochoso	0.005	-0.004	-0.003	-0.003	-0.003

Tabela 31- Material do talude onde se encontram os alvos (Cota)

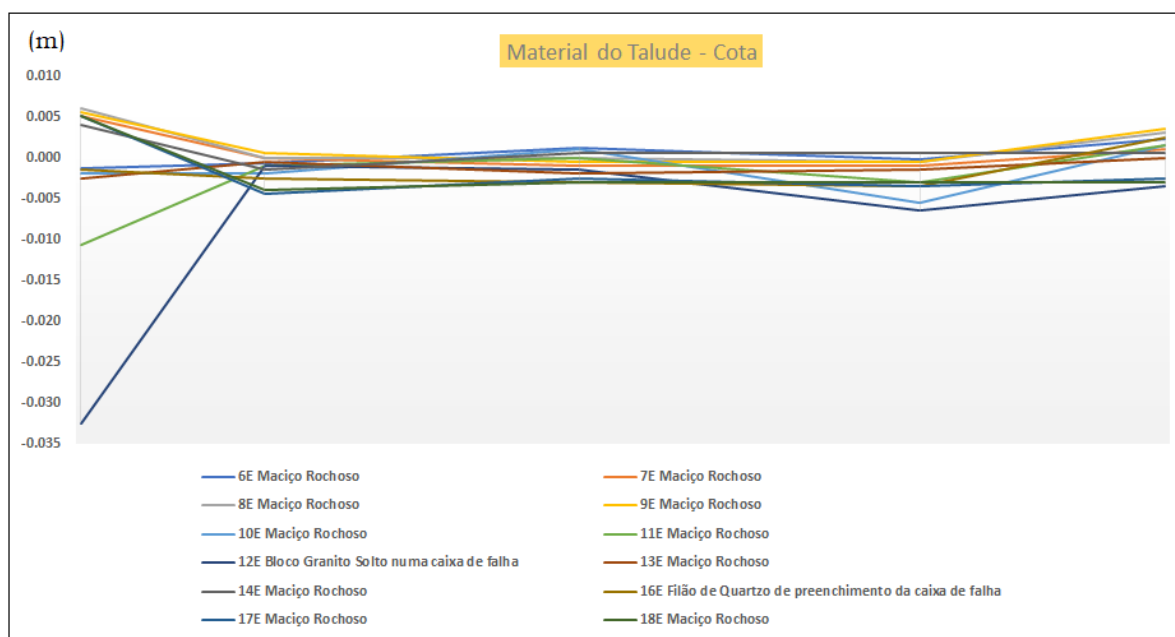


Gráfico 15 - Material do talude onde se encontram os alvos (Cota)

Quanto aos materiais, seria previsto que alguns revelassem alguma instabilidade devido à sua constituição, o caso por exemplo do bloco granito solto, apresenta um desvio de 0.030 mm para o alvo 12E. Esses possíveis deslocamentos ocorridos, poderia estar relacionado com os meio fatores naturais, como a erosão.

Capítulo IX

Sistema de Informação Geográfica da Via da Cintura Externa da Guarda (zona a monitorizar)



9.1 - Sistema de Informação Geográfica da VICEG

O sistema de informação geográfica (SIG) são sistemas destinados ao tratamento de dados de referenciados espacialmente. Estes sistemas manipulam dados de diversas fontes como mapas, imagens de satélites, cadastros e outras, permitindo recuperar e combinar informações e efetuar os mais diversos tipos de análise sobre os dados.

A importação dos ficheiros para o software **QGIS Versão 3.0.2**, foi feita da seguinte forma:

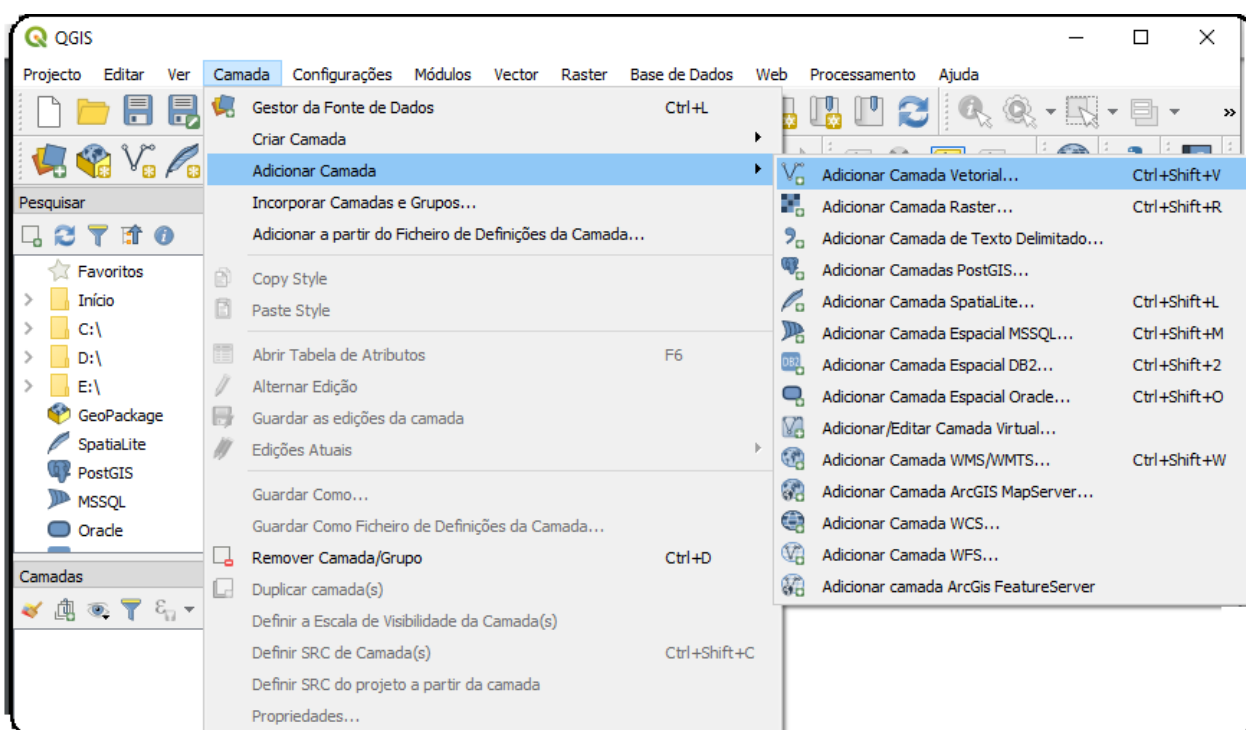


Figura 44 - Camada vetorial

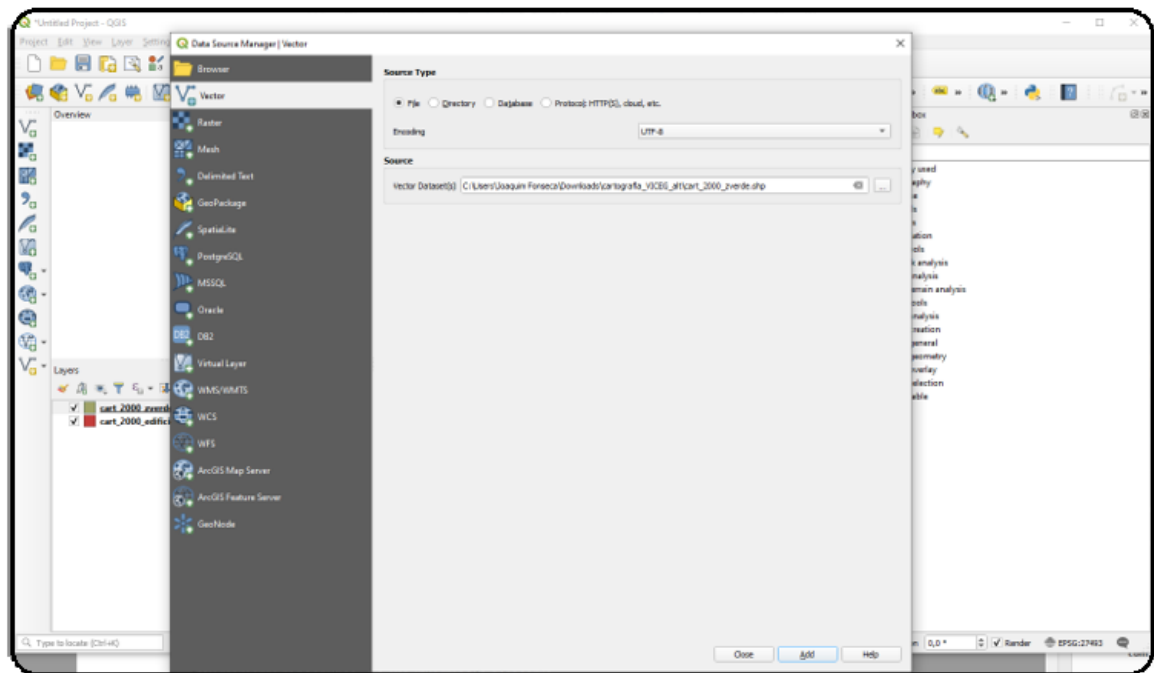


Figura 45 - Adicionar shapefiles

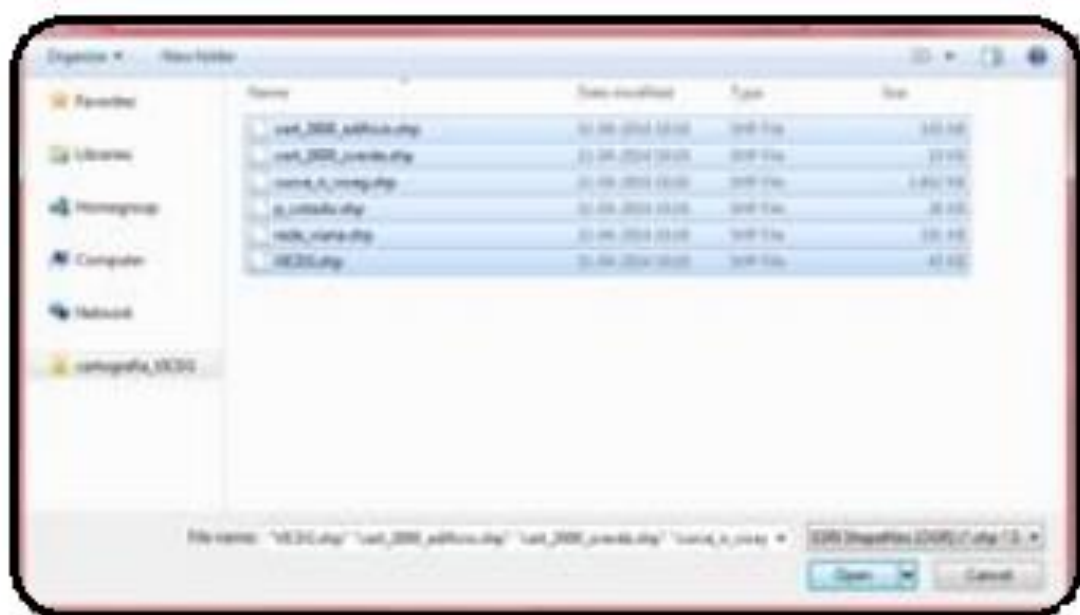


Figura 46 - Shapefiles fornecidas pela Câmara Municipal da Guarda

Na figura abaixo se encontra exposta a representação de toda a VICEG assim como o levantamento topográfico, e a legenda descritiva, de acordo com as cores envolvidas. Mas infelizmente não se conseguiu importar os pontos, sobrepondo assim a cartografia local devido a difusão do datum entre os ficheiros.

A figura 45 é o levantamento topográfico da VICEG em Datum 73.

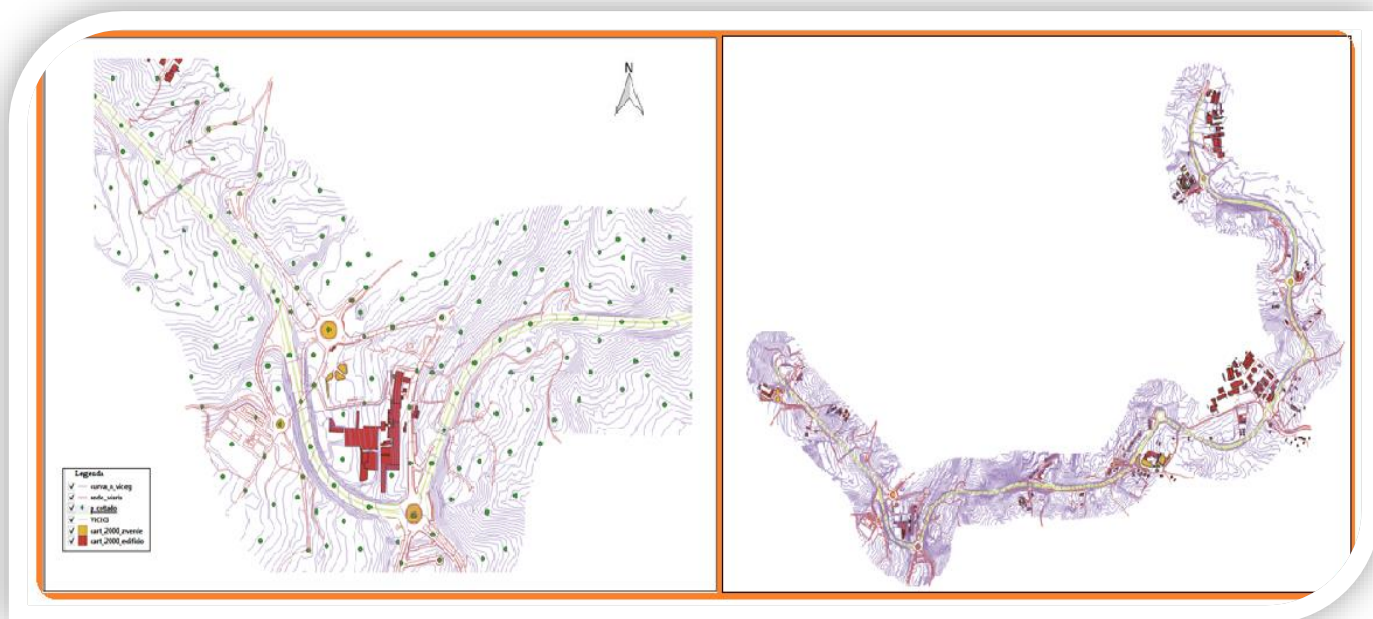


Figura 47 - Levantamento topográfico da VICEG

O Sistema de Informação Geográfica foi efetuado na Via da Cintura Externa da Guarda (VICEG), mais concretamente junto à rotunda do G à via de abrandamento em direção ao Hospital da Guarda, na qual se desenvolveu um plano de orientação topográfica para monitorização.

Para a concretização deste projeto a Câmara Municipal da Guarda facultou o levantamento topográfico da VICEG, em ficheiro shapefiles, mas devido alguma inconveniência acabou por sobrepor os alvos sobre a imagem de satélite do Google, função usada no Software QGIS, na qual foi feita toda a análise e manipulação da informação de forma a obter o pretendido.

Para sobrepor o trabalho da observação dos alvos sobre a imagem de satélite, criam-se ficheiros “.txt” nos quais se introduzem as coordenadas dos pontos de orientação, dos pontos fixos, e as coordenadas dos alvos de ambos os taludes, fazendo um ficheiro txt para cada um.

Os ficheiros “.txt” são relativamente aos pontos fixos, pontos de orientação, localização dos alvos nos respetivos taludes (nesse caso o talude esquerdo), representando assim os 12 alvos do talude esquerdo que correspondem aos alvos destinados ao elemento do grupo responsável por este relatório. A informação é importada pelo *software* utilizando o formato “.txt”.

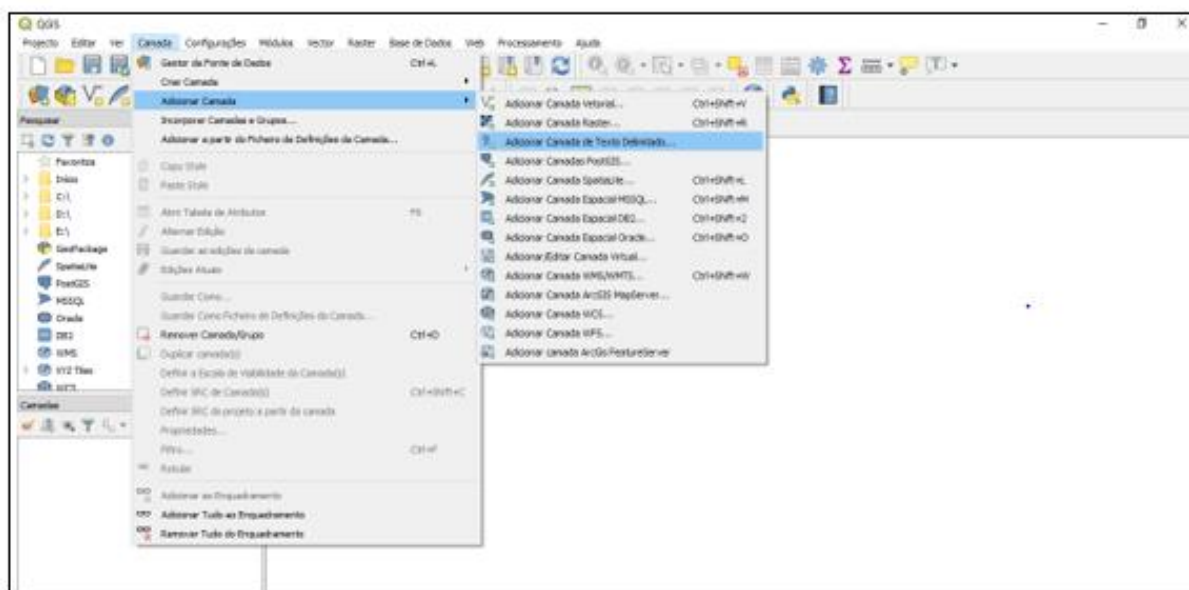


Figura 48 - Camada de texto limitado

A figura 47 representa a tabela de importações dos ficheiros “.txt” na qual se pode fazer alterações para o ficheiro de acordo com as suas características.

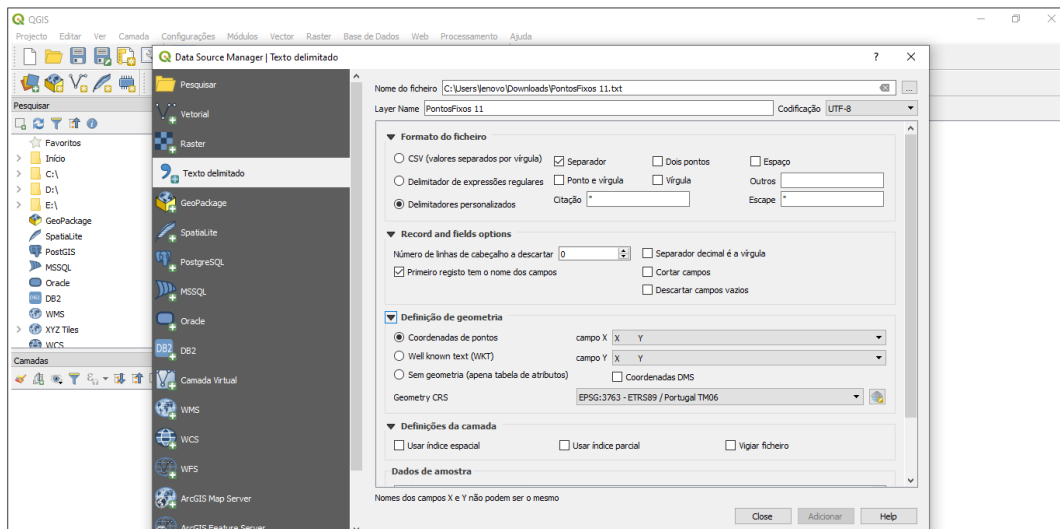


Figura 49 - Importação dos ficheiros txt

O *software* QGIS, permitiu usufruir de todas as ferramentas capazes de tornar a análise clara e de fácil compreensão, podendo assim modificar as informações necessárias para a realização do projeto visto que a informação é recolhida.

Através deste processo cria-se uma camada para os pontos de orientação, para os pontos fixos, para os alvos localizados no talude da direita e para os alvos localizados no talude da esquerda, ou seja, existe uma *shapefile* para cada camada.



Na ilustração 48 e 49 na parte esquerda podem-se observar as distintas camadas criadas, tanto para a rede de apoio como dos 26 alvos.

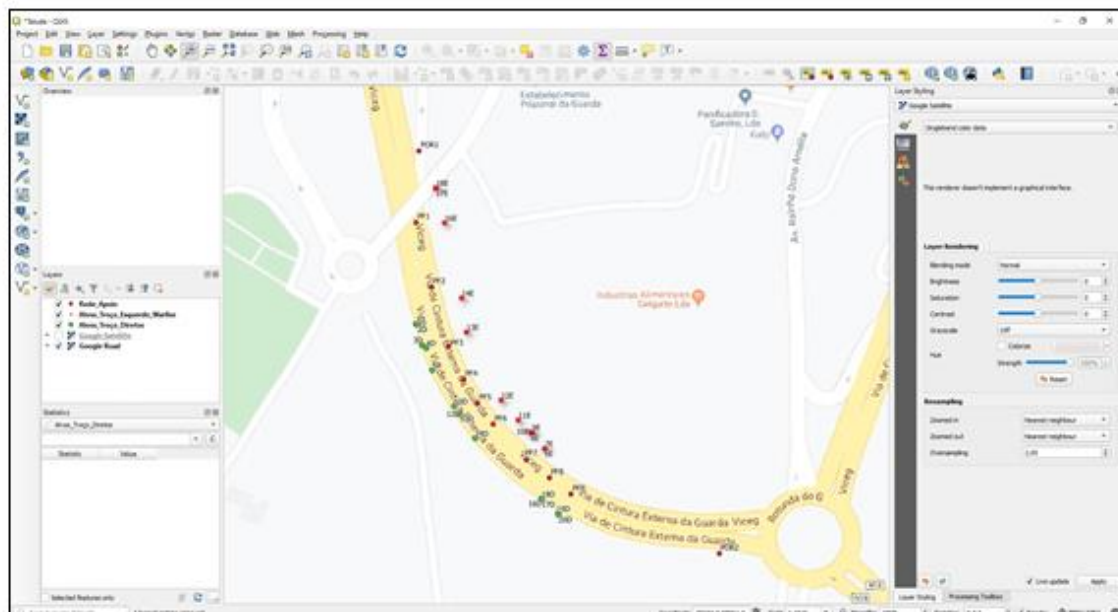


Figura 51- Visualização da zona de observações e das distintas camadas de informação (imagem google hybrid)

Existe em cada camada a ferramenta, “Propriedades da Camada”, que nos permite editar de diversas formas a sua visualização, desde a cor da camada, à introdução de simbologia, inserir etiquetas, ver o datum a que pertence cada camada, ou seja, toda informações referente às camadas, a qual se utilizou para personalizar as camadas, com o critério de aumentar o contraste e melhor a diferenciação entre as camadas.

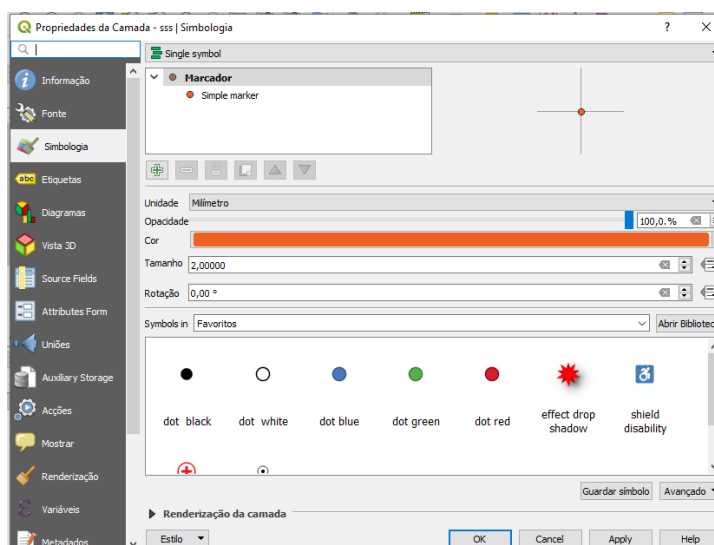


Figura 52 - Ferramenta "Propriedades da Camada"

Finalizado todo este procedimento pode-se visualizar o resultado final nas ilustrações abaixo.



Figura 53 - Zona de trabalho do Projeto

O procedimento que se segue é a criação de uma nova camada apenas com os 12 alvos observados referentes a este relatório durante as 5 campanhas de observação, designada por “Alvos_Troço_Esquerdo_Marlise”.



Figura 54 - Alvos monitorizados pela operadora Marlise Varela

Para a introdução do tipo de alvo e do material do talude fez-se um procedimento semelhante a importação dos alvos, criando uma tabela de atributos para cada camada pretendida e depois importá-las em “.txt” para o *software*.

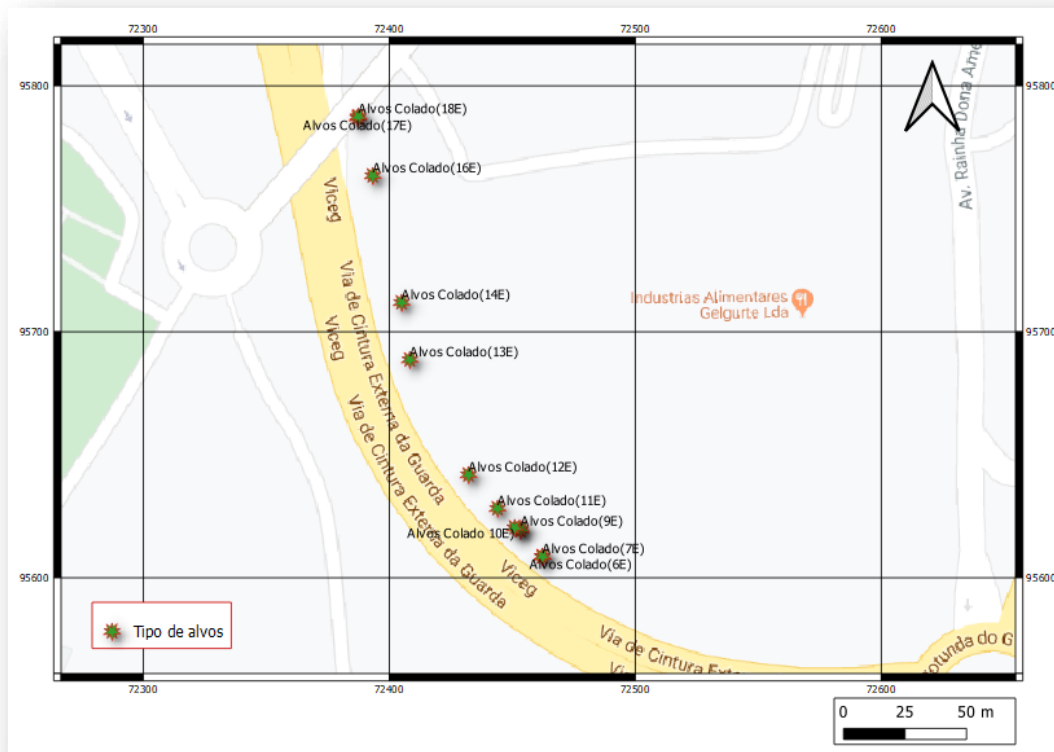


Figura 55– camada relativa ao tipo de alvo

Pontos	X	Y
1 Alvos Colado 1...	72450,951	95620,415
2 Alvos Colado(9E)	72453,431	95619,891
3 Alvos Colado(8E)	72453,303	95619,195
4 Alvos Colado(1...	72393,234	95763,497
5 Alvos Colado(1...	72404,948	95711,945
6 Alvos Colado(1...	72408,29	95688,686
7 Alvos Colado(1...	72432,145	95641,901
8 Alvos Colado(1...	72387,37	95787,545
9 Alvos Colado(1...	72387,111	95787,07
10 Alvos Colado(7E)	72462,211	95608,664
11 Alvos Colado(6E)	72462,187	95608,595
12 Alvos Colado(1...	72443,973	95628,23

Figura 56 - Tabela de atributo referente a camada tipo de alvo

Uma das funcionalidades desta parte do Projeto além da georreferenciação da rede de apoio e dos alvos monitorizados nos taludes é a possibilidade de visualizarmos, por exemplo, o material dos taludes onde são colocados os alvos e o tipo de alvo.

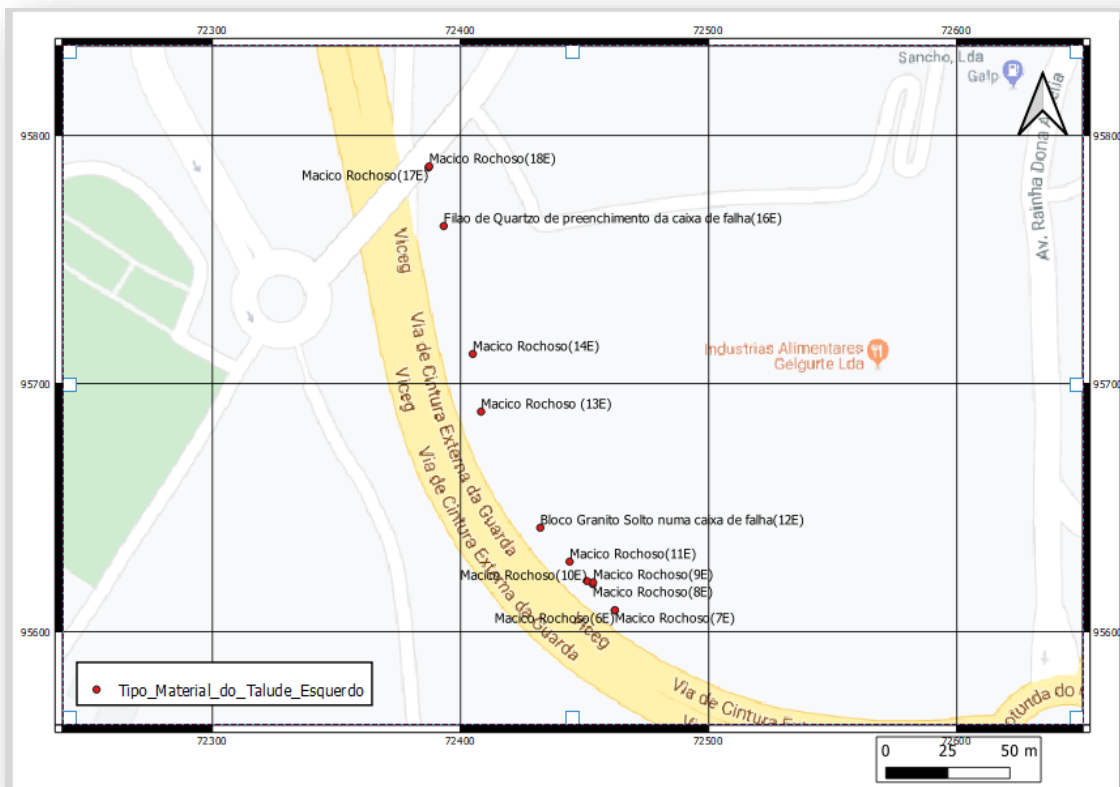


Figura 57 - camada relativa ao tipo de material do talude

Pontos	X	Y
1 Bloco Granito S...	72432,14500000...	95641,90099999...
2 Macico Rochos...	72443,97299999...	95628,22999999...
3 Macico Rochos...	72450,95100000...	95620,41499999...
4 Macico Rochos...	72387,36999999...	95787,54499999...
5 Macico Rochos...	72387,11100000...	95787,07000000...
6 Filão de Quartz...	72393,23399999...	95763,49700000...
7 Macico Rochos...	72404,94800000...	95711,94500000...
8 Macico Rochos...	72453,43099999...	95619,89100000...
9 Macico Rochos...	72453,30299999...	95619,19500000...
10 Macico Rochos...	72462,21099999...	95608,66400000...
11 Macico Rochos...	72462,18700000...	95608,59500000...
12 Macico Rochos...	72408,28999999...	95688,68600000...

Figura 58 - Tabela de atributo referente a camada material do talude

Na figura 57 visualizam-se os pontos fixos (PFs) e os pontos de orientações (PORs).



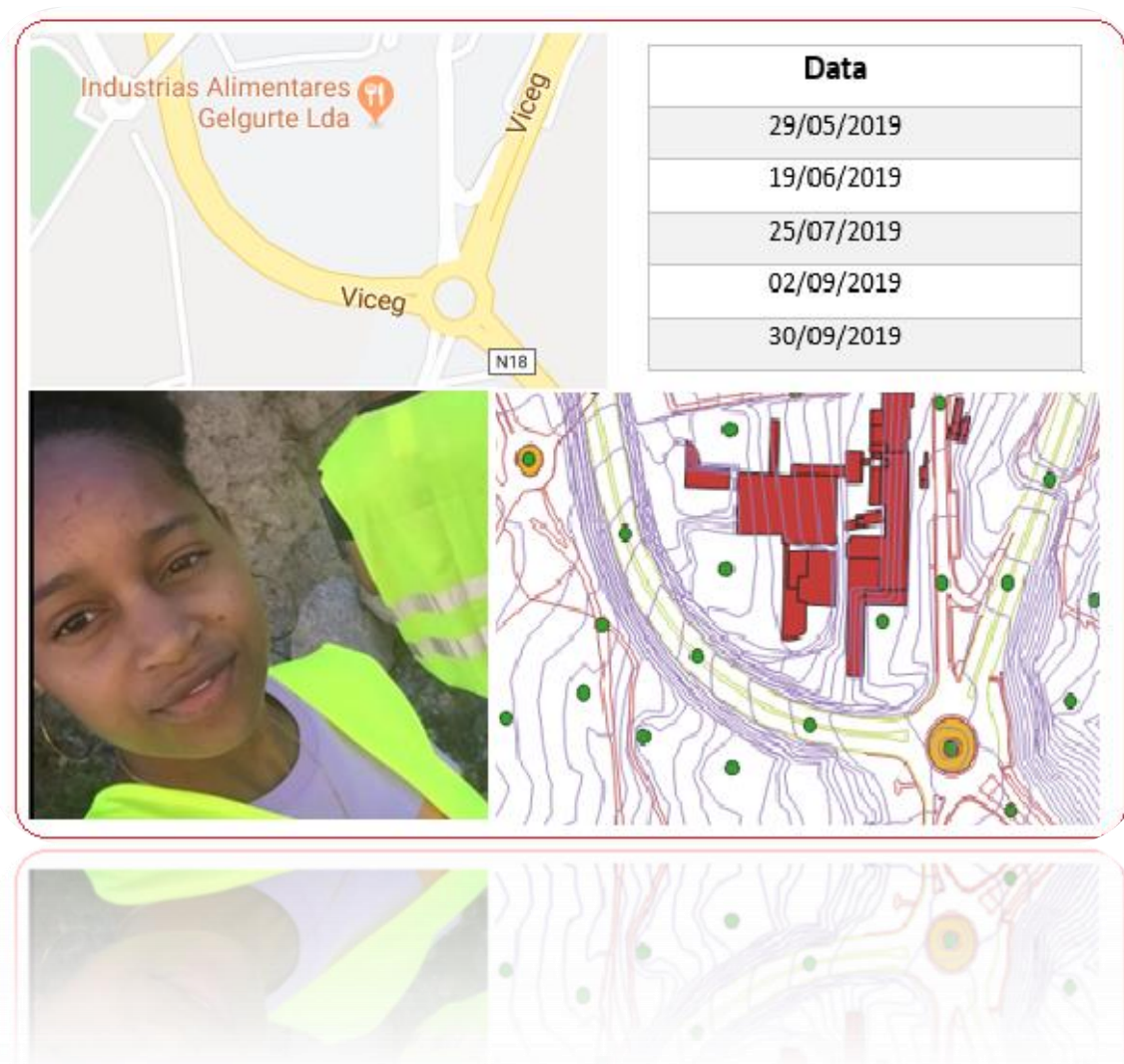
Figura 59 - camada relativa a rede de apoio topográfica

Rede_Apoio :: Features Total: 11, Fi...		
Pontos	X	Y
1 PF7	72449,53800000...	95601,11599999...
2 PF6	72426,57200000...	95625,29399999...
3 PF5	72415,88700000...	95639,91000000...
4 POR2	72582,17999999...	95536,61599999...
5 POR1	72375,64400000...	95812,89500000...
6 PF9	72480,25199999...	95577,37699999...
7 PF4	72406,27800000...	95656,10300000...
8 PF3	72396,00999999...	95678,88300000...
9 PF2	72384,08100000...	95719,40799999...
10 PF1	72373,49300000...	95763,75599999...
11 PF8	72465,41400000...	95588,62200000...

Figura 60 - Tabela de atributo referente a camada rede de apoio

Capítulo X

Conclusão



10.1 – Conclusão

No que se refere à questão, centrada em saber se a análise dos resultados são favoráveis ao local em causa, por meio de recolhas de dados com o propósito de identificar as áreas de possíveis deslocamento/deslizamento do talude da VICEG e possibilidade de melhoria do troço em estudo, os resultados apurados permitem perceber a mais valia da análise dos resultados para esse fim. Com os resultados obtidos pode-se afirmar que o troço do talude em causa não apresenta perigo para o tráfego local visto que os resultados obtidos, tanto há 5 anos atrás, como os obtidos agora, em 2019, não apresentam riscos de deslizamentos muito acentuados, sendo quase todos os desvios na ordem de grandeza dos milímetros.

No que concerne aos resultados propriamente ditos, parece possível considerá-los globalmente bons e podemos verificar uma melhoria, embora não linear, ao longo do tempo, o que corresponde aos objetivos da monitorização, uma vez que, vimos no capítulo I, este processo visa controlar as ocorrências de instabilidades, evitando assim grandes perdas ou acidente e ainda disponibiliza sempre estratégias para dizimar essas ocorrências.

Como este projeto tem como antecessor um projeto realizado há uns anos atrás, projeto realizado em 2014, é importante ressaltar que mesmo que os deslocamentos apresentados pelos alvos monitorizados nessa fase do projeto (2019) não sejam significativos, existem alvos que não se encontram no local da monitorização. Assim sendo não se pode afirmar se caíram por intervenção humanas ou por ação natural do talude, devido ao tipo de material no qual foi afixado o alvo topográfico.

Em relação aos materiais utilizados para a realização desse projeto não teve muito que decidir, pois como já referido anteriormente esse projeto foi a continuação de um projeto já existente, mas pode-se afirmar que não se optou pela melhor opção de escolha, visto que as estacas de madeira (materiais utilizadas para a implantação de pontos fixos e de pontos de orientação) são materiais sujeitas a deslocamentos e desgastes dos fatores tanto climatérios como humanas.

Para a monitorização, atualmente, são utilizadas redes de observações constituídas por pontos de referência (alvos normalmente afastados da zona a controlar e que servirão de referências externas), pontos objetos e pontos estação. Assim sendo deverão ser visados pelo menos 4 alvos prismáticos (por estacionamento) como referências externas, sendo aconselhável a utilização, sempre que possível, de um número superior.

Para que o sistema de observação seja fiável e preciso, deve existir uma boa conjugação de observações redundantes e um número adequado de pontos de referência, sendo que cada ponto objeto deverá ser observado de pelo menos dois pontos estação distintos.

A precisão ou incerteza do desvio padrão calcula-se ponto-a-ponto, através do modelo estocástico utilizado pelo método dos Mínimos Quadrados. A incerteza da medição resulta de vários fatores, como a geometria da rede, o número de pontos de referência, a redundância de observações, os instrumentos de medição utilizados, as condições atmosféricas particulares do momento da observação, etc...

Pode-se nomear aqui também uma técnica de deslocamento vertical, que é o nivelamento geométrico, sendo este uma técnica que permite obter elevada precisão com simplicidade e rapidez de execução. Por estas razões constitui uma das opções mais indicadas para um sistema de observação de periodicidade elevada e de deteção precoce de deslocamentos, sendo muito útil caso as autoridades locais (Câmara Municipal da Guarda) levassem em consideração a ideia de dar continuidade a esse projeto da VICEG. O Nível Eletrónico da Leica LS15 0.3 mm com leituras de código de barras, utilizando miras de invar e o tratamento matemático e estatístico (Método dos Mínimos Quadrados) com o software adequado, permitirá obter com grande confiança resultados com erros inferiores a 0.3 milímetros.

Com isso conclui-se que os resultados nessas 5 campanhas não foram preocupantes, mas caso fossem os meios e recursos para os detetar e corrigir não faltam, levando em conta as inovações incontroláveis, quer no que diz respeito a *software*, quer no que diz respeito a aparelhos.

Bibliografia

António Monteiro, (ano letivo 2018-2019) Apontamentos da Disciplina de Compensação de Observações. Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda.

Casaca, J., Matos, J. e Baio, M. (2005). Topografia Geral. 7ª edição, LIDEL. Lisboa.

Elizabete Maria Salgado Raposo (2011), "Observação de Deslocamentos em Obras Geotécnicas" Tese Mestrado, Universidade Nova de Lisboa.

Glória Patrício, (ano letivo 2018-2019). Apontamento da disciplina de Geodesia Geral, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda.

Jimmy Fonseca (2014), "Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais" Tese Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Sofia Alexandra Martins Rocha (2014), "Instrumentação e Monitorização de Estruturas Geotécnicas na Rede Ferroviária Nacional" Tese Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Web sites:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Inclin%C3%B4metro>

<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/17458>

<https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/3914>

<file:///C:/Users/lenovo/Documents/3%20ano/2%20semestre/Projeto%20VICEG/Nova%20pasta/import.pdf>

<http://www.sinergeo.pt/monitorizacao-topografica-mais-vale-prevenir-que-remediar/>

<https://mundogeo.com/2009/01/06/geodesia-e-topografia/>

http://www.crp.pt/docs/A54S222-9CRP_Artigo_61.pdf

https://www.google.com/search?tbm=isch&sxsrf=ACYBGNQzwdRtX-G7SzWAV0iAIKFdm80ug%3A1572213800296&sa=1&ei=KBS2XdndEZSc1fAP4OeryAE&q=nivelamento+geom%C3%A9trico&oq=nivelamen&gs_l=img.1.1.0l2j0i30l8.6679565.6681375..6682859...0.0..0.528.1700.3j4j0j1j0j1.....0....1..gws-wiz-img.....35i39.3e_3RPn2H70#imgdii=b1nli4fcedwdaCM:&imgsrc=SENEW3JnHBdjaM:

Anexos

Listagem dos Anexos:

Anexo I – Autorização da Câmara Municipal da Guarda à execução do Projeto

Anexo II – Levantamento Topográfico da Zona de Estudo do Projeto

Anexo III – Coordenadas da rede de apoio e as respetivas imagens

Anexo IV – Leituras Obtidas das 5 Campanhas de Observação Realizadas no talude esquerdo

Anexo V – Verificação da existência de Erros sistemáticos dos Alvos Monitorizados

Anexo VI – Leituras das Campanhas de Observação e Respetiva Data de Observação

Anexo VII – CD (informação e dados em formato digital do Projeto VICEG)

Anexo I – Autorização da Câmara Municipal da Guarda à Realização do Projeto



AO
INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA
Av. Dr. FRANCISCO SÁ CARNEIRO, 50
6300-559 Guarda

N.º REP.:
0713/4.2019-DL/ES

PROCESSO:
828.10.001

V. REP.:
DATA:

ASSUNTO: "AUTORIZAÇÃO PARA EFECTUAR OBSERVAÇÕES TOPOGRÁFICAS NO TALUDE DA VICCG"

Relativamente ao assunto supra mencionado e na sequência do pedido, datado de 04/04/2019, em que solicita autorização para efectuar observações topográficas nos taludes da VICCG, entre a rotunda do G e a via de acesso ao Hospital, vimos responder a V. Ex.ªs que o referido pedido é deferido, devendo ser adotadas as medidas de higiene e segurança no trabalho adaptadas às circunstâncias e à protecção das zonas envolvidas.

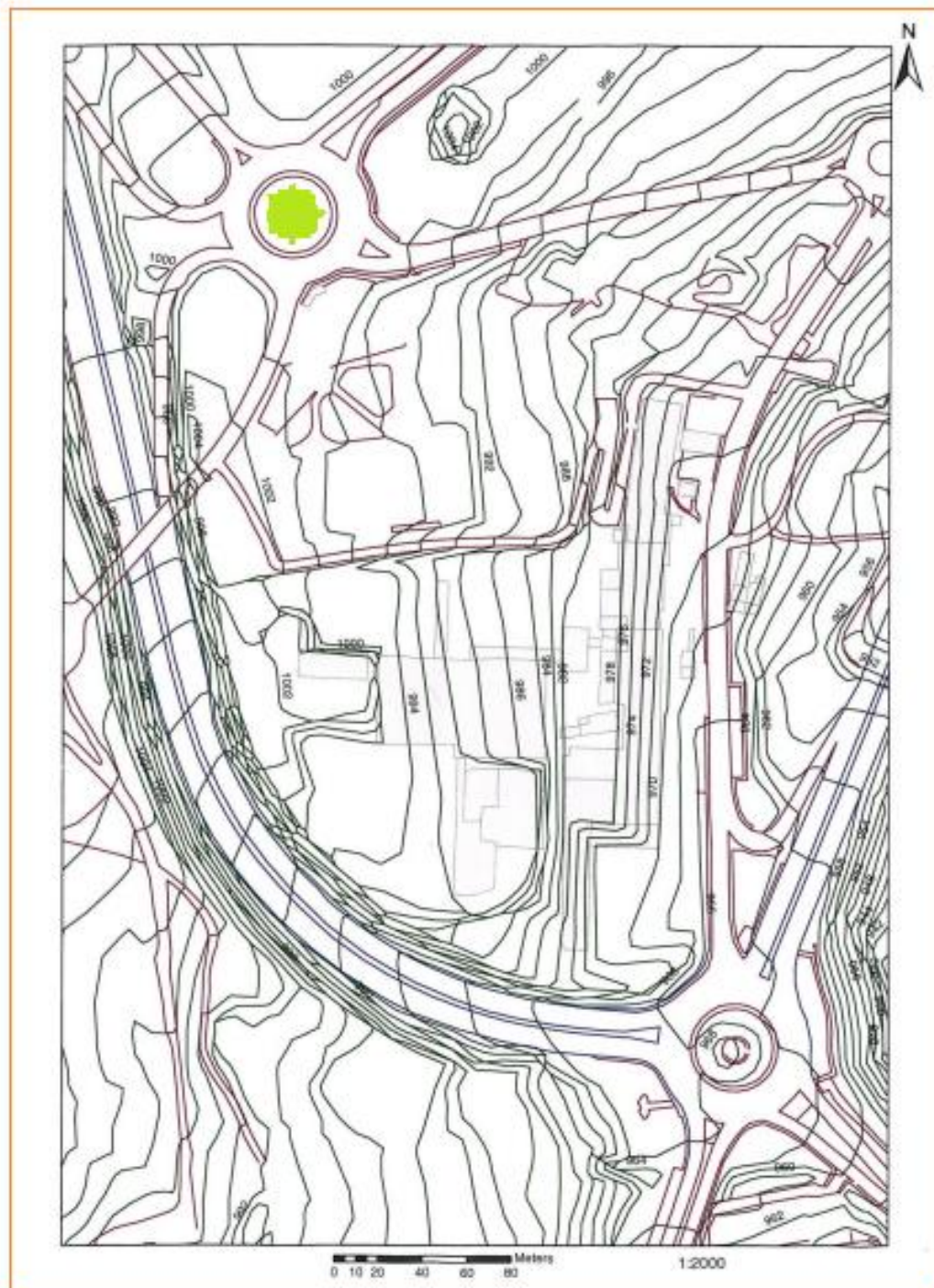
Cum os melhores cumprimentos

O VICE-PRESIDENTE DA CÂMARA MUNICIPAL,
em Exercício de Funções, a 12 de Maio de 2019, 14h 15, 2019



Maria Fernanda Sousa Faria

Anexo II – Levantamento Topográfico da Zona de Estudo do Projeto



Anexo III – Coordenadas da rede de apoio e as respetivas ilustrações

Pontos de Orientação



ID do Ponto de Orientação	POR1
Coordenada M	72 375 . 645 m
Coordenada P	95 812 . 896 m
Cota	1 047 . 163 m



ID do Ponto de Orientação	POR2
Coordenada M	72 582 . 180 m
Coordenada P	95 536 . 616 m
Cota	1 024 . 513 m



ID do Ponto de Orientação	PORPONTE
Coordenada M	72 358 . 939 m
Coordenada P	95 753 . 474 m
Cota	1 064 . 782 m

Pontos Fixos



ID do Ponto Fixo	PF1
Coordenada M	72 373 . 494 <i>m</i>
Coordenada P	95 763 . 756 <i>m</i>
Cota	1 043 . 576 <i>m</i>



ID do Ponto Fixo	PF2
Coordenada M	72 384 . 082 <i>m</i>
Coordenada P	95 719 . 409 <i>m</i>
Cota	1 040 . 826 <i>m</i>



ID do Ponto Fixo	PF3
Coordenada M	72 396 . 011 <i>m</i>
Coordenada P	95 678 . 884 <i>m</i>
Cota	1 038 . 174 <i>m</i>



ID do Ponto Fixo	PF4
Coordenada M	72 406 . 278 <i>m</i>
Coordenada P	95 656 . 103 <i>m</i>
Cota	1 036 . 629 <i>m</i>



ID do Ponto Fixo	PF5
Coordenada M	72 415 . 877 <i>m</i>
Coordenada P	95 639 . 910 <i>m</i>
Cota	1 035 . 495 <i>m</i>



ID do Ponto Fixo	PF6
Coordenada M	72 426 . 572 <i>m</i>
Coordenada P	95 625 . 295 <i>m</i>
Cota	1 034 . 329 <i>m</i>



ID do Ponto Fixo	PF7
Coordenada M	72 449 . 538 <i>m</i>
Coordenada P	95 601 . 117 <i>m</i>
Cota	1 032 . 252 <i>m</i>



ID do Ponto Fixo	PF8
Coordenada M	72 465 . 414 <i>m</i>
Coordenada P	95 588 . 623 <i>m</i>
Cota	1 031 . 013 <i>m</i>



ID do Ponto Fixo	PF9
Coordenada M	72 480 . 253 <i>m</i>
Coordenada P	95 577 . 378 <i>m</i>
Cota	1 029 . 753 <i>m</i>

Anexo IV – Leituras Obtidas das 5 Campanhas de Observação

Realizadas no talude esquerdo

		1ª Campanha												
Talude Esquerdo														
		6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E	
Leituras	Direta	M (m)	72462,187	72462,211	72453,303	72453,431	72450,951	72443,973	72432,145	72408,290	72404,948	72393,234	72387,111	72387,370
		P (m)	95608,595	95608,664	95619,195	95619,891	95620,415	95628,230	95641,901	95688,686	95711,945	95763,497	95787,070	95787,545
		C (m)	1032,289	1032,632	1034,701	1037,123	1035,695	1037,307	1037,525	1041,861	1043,998	1044,339	1045,948	1046,320
	Inversa	M (m)	72462,188	72462,212	72453,303	72453,430	72450,952	72443,973	72432,144	72408,290	72404,948	72393,235	72387,111	72387,371
		P (m)	95608,596	95608,666	95619,195	95619,892	95620,416	95628,231	95641,902	95688,686	95711,945	95763,498	95787,071	95787,545
		C (m)	1032,288	1032,631	1034,701	1037,123	1035,693	1037,3055	1037,5235	1041,86	1043,998	1044,34	1045,947	1046,318
Média das leituras		M (m)	72462,187	72462,212	72453,303	72453,431	72450,952	72443,973	72432,144	72408,290	72404,948	72393,235	72387,111	72387,371
		P (m)	95608,595	95608,665	95619,195	95619,892	95620,416	95628,230	95641,902	95688,686	95711,945	95763,498	95787,071	95787,545
		C (m)	1032,28825	1032,6315	1034,701	1037,123	1035,694	1037,306	1037,524	1041,8605	1043,998	1044,3395	1045,9475	1046,319

2ª Campanha														
Talude Esquerdo														
			6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
Leituras	Direta	M (m)	72462,189	72462,212	72453,305	72453,431	72450,952	72443,974	72432,145	72408,293	72404,948	72393,232	72387,111	72387,372
		P (m)	95608,5945	95608,665	95619,195	95619,892	95620,413	95628,23	95641,901	95688,693	95711,944	95763,499	95787,072	95787,547
		C (m)	1032,288	1032,632	1034,702	1037,124	1035,694	1037,306	1037,524	1041,86	1043,997	1044,338	1045,944	1046,316
	Inversa	M (m)	72462,1895	72462,212	72453,302	72453,431	72450,953	72443,974	72432,145	72408,293	72404,947	72393,233	72387,111	72387,371
		P (m)	95608,5945	95608,665	95619,196	95619,892	95620,413	95628,2305	95641,901	95688,693	95711,944	95763,499	95787,072	95787,547
		C (m)	1032,287	1032,631	1034,7	1037,123	1035,69	1037,304	1037,522	1041,86	1043,996	1044,336	1045,942	1046,314
Média das leituras	M (m)	72462,18925	72462,212	72453,3035	72453,431	72450,9525	72443,974	72432,145	72408,293	72404,9475	72393,2325	72387,111	72387,3715	
	P (m)	95608,5945	95608,665	95619,1955	95619,892	95620,413	95628,23025	95641,901	95688,693	95711,944	95763,499	95787,072	95787,547	
	C (m)	1032,2875	1032,6315	1034,701	1037,1235	1035,692	1037,305	1037,523	1041,86	1043,9965	1044,337	1045,943	1046,315	

3ª Campanha														
Talude Esquerdo														
		6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E	
Leituras	Direta	M (m)	72462,191	72462,212	72453,304	72453,43	72450,951	72443,97	72432,14	72408,292	72404,948	72393,234	72387,111	72387,371
		P (m)	95608,589	95608,666	95619,196	95619,891	95620,411	95628,232	95641,9	95688,693	95711,943	95763,501	95787,071	95787,547
		C (m)	1032,290	1032,631	1034,701	1037,123	1035,695	1037,306	1037,522	1041,859	1043,999	1044,336	1045,945	1046,316
	Inversa	M (m)	72462,191	72462,212	72453,303	72453,43	72450,952	72443,97	72432,139	72408,292	72404,947	72393,235	72387,11	72387,369
		P (m)	95608,589	95608,667	95619,198	95619,892	95620,412	95628,232	95641,901	95688,693	95711,943	95763,501	95787,072	95787,548
		C (m)	1032,289	1032,63	1034,701	1037,122	1035,695	1037,306	1037,523	1041,858	1043,998	1044,337	1045,945	1046,316
Média das leituras		M (m)	72462,191	72462,212	72453,3035	72453,43	72450,9515	72443,97	72432,14	72408,292	72404,9475	72393,2345	72387,1105	72387,37
		P (m)	95608,589	95608,6665	95619,197	95619,8915	95620,4115	95628,232	95641,901	95688,693	95711,943	95763,501	95787,0715	95787,5475
		C (m)	1032,2895	1032,6305	1034,701	1037,1225	1035,695	1037,306	1037,5225	1041,8585	1043,9985	1044,3365	1045,945	1046,316

			4ª Campanha											
Tahude Esquerdo														
			6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E
Leituras	Direta	M (m)	72462,191	72462,213	72453,306	72453,431	72450,951	72443,970	72432,137	72408,297	72404,948	72393,236	72387,108	72387,371
		P (m)	95608,595	95608,665	95619,197	95619,892	95620,415	95628,234	95641,899	95688,695	95711,943	95763,503	95787,073	95787,548
		C (m)	1032,288	1032,63	1034,701	1037,123	1035,689	1037,303	1037,517	1041,859	1043,999	1044,336	1045,944	1046,316
	Inversa	M (m)	72462,190	72462,213	72453,305	72453,432	72450,952	72443,970	72432,137	72408,296	72404,949	72393,236	72387,108	72387,368
		P (m)	95608,595	95608,667	95619,197	95619,893	95620,414	95628,234	95641,9	95688,696	95711,944	95763,501	95787,073	95787,549
		C (m)	1032,288	1032,631	1034,7	1037,122	1035,688	1037,303	1037,518	1041,859	1043,998	1044,336	1045,944	1046,316
Média das leituras	M (m)	72462,190	72462,213	72453,306	72453,432	72450,952	72443,970	72432,137	72408,2965	72404,9485	72393,236	72387,108	72387,3695	
	P (m)	95608,595	95608,666	95619,197	95619,893	95620,415	95628,234	95641,900	95688,6955	95711,9435	95763,502	95787,073	95787,5485	
	C (m)	1032,288	1032,6305	1034,701	1037,123	1035,689	1037,303	1037,518	1041,859	1043,9985	1044,336	1045,944	1046,316	

5ª Campanha														
Tahude Esquerdo														
		6E	7E	8E	9E	10E	11E	12E	13E	14E	16E	17E	18E	
Leituras	Direta	M (m)	72462,191	72462,215	72453,307	72453,433	72450,951	72443,966	72432,135	72408,296	72404,948	72393,215	72387,109	72387,37
		P (m)	95608,597	95608,667	95619,198	95619,893	95620,414	95628,231	95641,897	95688,694	95711,945	95763,487	95787,073	95787,5487
		C (m)	1032,291	1032,634	1034,705	1037,127	1035,696	1037,308	1037,521	1041,861	1043,999	1044,342	1045,946	1046,316
	Inversa	M (m)	72462,190	72462,213	72453,306	72453,434	72450,952	72443,968	72432,136	72408,296	72404,949	72393,215	72387,108	72387,371
		P (m)	95608,597	95608,667	95619,198	95619,894	95620,414	95628,231	95641,896	95688,694	95711,947	95763,487	95787,072	95787,547
		C (m)	1032,29	1032,631	1034,703	1037,126	1035,695	1037,307	1037,52	1041,86	1043,998	1044,342	1045,944	1046,316
Média das leituras	M (m)	72462,191	72462,214	72453,307	72453,434	72450,952	72443,967	72432,1355	72408,296	72404,9485	72393,215	72387,1085	72387,3705	
	P (m)	95608,597	95608,667	95619,198	95619,894	95620,414	95628,231	95641,897	95688,694	95711,946	95763,487	95787,0725	95787,54785	
	C (m)	1032,2905	1032,6325	1034,704	1037,127	1035,696	1037,3075	1037,521	1041,8605	1043,9985	1044,342	1045,945	1046,316	

Anexo V – Verificação da existência de Erros sistemáticos dos Alvos Monitorizados

Coordenada M do alvo 6E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	72462,187	0,00310	0,0031	9,61E-06	-0,0018	0,000885392
Δ2(19/06/2019)	72462,189	0,00060	0,0006	3,6E-07	0,0007	0,003385392
Δ3(25/07/2019)	72462,191	-0,00140	0,0014	1,96E-06	-0,0001	0,002585392
Δ4(02/09/2019)	72462,191	-0,00090	0,0009	8,1E-07	0,0004	0,003085392
Δ5(30/09/2019)	72462,191	-0,00140	0,0014	1,96E-06	-0,0001	0,002585392
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima	
Média	72462,1896	0,000	0,0074	1,47E-05		0
n	5				do Emáx	
Observações acima e abaixo da média	3 2			Resíduos acima e abaixo do Ep	4 1	
σs	0,0019					
σm	0,0017					
Ep1	0,0013					
Ep2	0,0014					
Epmédia	0,0013					
Emáx	0,0040					

Coordenada P do alvo 6E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	95608,595	-0,0005	0,0005	2,5E-07	0,0014	0,0013
Δ2(19/06/2019)	95608,5945	-0,0005	0,0005	2,5E-07	0,0014	0,0013
Δ3(25/07/2019)	95608,589	0,005	0,005	2,5E-05	-0,0031	-0,0032
Δ4(02/09/2019)	95608,595	-0,001	0,001	1E-06	0,0009	0,0008
Δ5(30/09/2019)	95608,597	-0,003	0,003	9E-06	-0,0011	-0,0012
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	95608,5940	0,000	0,01	3,55E-05		2
n	5					
Observações acima e abaixo da média	4 1			Resíduos acima e abaixo do Ep	0 5	
σs	0,0030					
σm	0,0022					
Ep1	0,0020					
Ep2	0,0019					
Epmédia	0,0019					
Emáx	0,0058					

COTA, para alvo 6E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	1032,289	0,0006	0,0006	3,6E-07	0,0004	0,0023
Δ2(19/06/2019)	1032,288	0,0011	0,0011	1,21E-06	-0,0001	0,0018
Δ3(25/07/2019)	1032,290	-0,0009	0,0009	8,1E-07	0,0001	0,0020
Δ4(02/09/2019)	1032,288	0,0011	0,0011	1,21E-06	-0,0001	0,0018
Δ5(30/09/2019)	1032,291	-0,0019	0,0019	3,61E-06	-0,0009	0,0010
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	1032,2891	0,000	0,0056	7,2E-06		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	2	Resíduos acima e abaixo do Ep	0
	3		5

σs	0,0013
σm	0,0013
Ep1	0,0009
Ep2	0,0010
Epmédia	0,0010
Emáx	0,0029

Coordenada M do alvo 7E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	72462,211	0,00160	0,0016	2,56E-06	-0,0006	0,001481823
Δ2(19/06/2019)	72462,212	0,00060	0,0006	3,6E-07	0,0004	0,002481823
Δ3(25/07/2019)	72462,212	0,00060	0,0006	3,6E-07	0,0004	0,002481823
Δ4(02/09/2019)	72462,213	-0,00040	0,0004	1,6E-07	0,0006	0,002681823
Δ5(30/09/2019)	72462,215	-0,00240	0,0024	5,76E-06	-0,0014	0,000681823
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	72462,2126	0,000	0,0056	9,2E-06		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	2	Resíduos acima e abaixo do Ep	4
	3		1

σs	0,0015
σm	0,0013
Ep1	0,0010
Ep2	0,0010
Epmédia	0,0010
Emáx	0,0031

Coordenada P do alvo 7E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	95608,664	0,0014	0,0014	1,96E-06	-0,0006	0,0015
Δ2(19/06/2019)	95608,665	0,0004	0,0004	1,6E-07	0,0004	0,0025
Δ3(25/07/2019)	95608,666	-0,0006	0,0006	3,6E-07	0,0002	0,0023
Δ4(02/09/2019)	95608,665	0,0004	0,0004	1,6E-07	0,0004	0,0025
Δ5(30/09/2019)	95608,667	-0,0016	0,0016	2,56E-06	-0,0008	0,0013
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	95608,6654	0,000	0,0044	5,2E-06		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	2		Resíduos acima e abaixo do Ep	0
	3			5

σs	0,0011
σm	0,0010
Ep1	0,0008
Ep2	0,0008
Epmédia	0,0008
Emáx	0,0024

COTA do alvo 7E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	1032,632	-0,0002	0,0002	4E-08	0,0008	0,0027
Δ2(19/06/2019)	1032,632	-0,0002	0,0002	4E-08	0,0008	0,0027
Δ3(25/07/2019)	1032,631	0,0008	0,0008	6,4E-07	0,0002	0,0021
Δ4(02/09/2019)	1032,63	0,0018	0,0018	3,24E-06	-0,0008	0,0011
Δ5(30/09/2019)	1032,634	-0,0022	0,0022	4,84E-06	-0,0012	0,0007
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	1032,6318	0,000	0,0052	8,8E-06		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	3		Resíduos acima e abaixo do Ep	2
	2			3

σs	0,0015
σm	0,0012
Ep1	0,0010
Ep2	0,0010
Epmédia	0,0010
Emáx	0,0029

COTA do alvo 8E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	1034,701	0,001	0,001	1E-06	0,0001	0,0024
Δ2(19/06/2019)	1034,702	0	0	0	0,0011	0,0034
Δ3(25/07/2019)	1034,701	0,001	0,001	1E-06	0,0001	0,0024
Δ4(02/09/2019)	1034,701	0,001	0,001	1E-06	0,0001	0,0024
Δ5(30/09/2019)	1034,705	-0,003	0,003	9E-06	-0,0019	0,0004
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	1034,702	0,000	0,006	1,2E-05		0
n	5					
Observações acima e abaixo da média		1		Resíduos acima e abaixo do Ep	1	
		3			4	
		σs	0,0017			
		σm	0,0013			
		Ep1	0,0012			
		Ep2	0,0011			
		Epmédia	0,0011			
		Emáx	0,0034			

Coordenada M do alvo 9E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	72453,431	0,00020	0,0002	4E-08	0,0005	0,001901676
Δ2(19/06/2019)	72453,431	0,00020	0,0002	4E-08	0,0005	0,001901676
Δ3(25/07/2019)	72453,43	0,00120	0,0012	1,44E-06	-0,0005	0,000901676
Δ4(02/09/2019)	72453,431	0,00020	0,0002	4E-08	0,0005	0,001901676
Δ5(30/09/2019)	72453,433	-0,00180	0,0018	3,24E-06	-0,0011	0,000301676
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	72453,4312	0,000	0,0036	4,8E-06		0
n	5					
Observações acima e abaixo da média		1		Resíduos acima e abaixo do Ep	5	
		4			0	
		σs	0,0011			
		σm	0,0008			
		Ep1	0,0007			
		Ep2	0,0007			
		Epmédia	0,0007			
		Emáx	0,0021			

Coordenada M do alvo 10E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	72450,951	0,00020	0,0002	4E-08	0,0001	0,000694427
Δ2(19/06/2019)	72450,952	-0,00080	0,0008	6,4E-07	-0,0005	9,44272E-05
Δ3(25/07/2019)	72450,951	0,00020	0,0002	4E-08	0,0001	0,000694427
Δ4(02/09/2019)	72450,951	0,00020	0,0002	4E-08	0,0001	0,000694427
Δ5(30/09/2019)	72450,951	0,00020	0,0002	4E-08	0,0001	0,000694427

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima	
Média	72450,9512	0,000	0,0016	8E-07		0
n	5				do Emáx	

Observações acima e abaixo da média	1 4	Resíduos acima e abaixo do Ep	5 0
-------------------------------------	--------	-------------------------------	--------

σs	0,0004
σm	0,0004
Ep1	0,0003
Ep2	0,0003
Epmédia	0,0003
Emáx	0,0009

Coordenada P do alvo 10E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	95619,891	0,0008	0,0008	6,4E-07	-0,0002	0,0026
Δ2(19/06/2019)	95619,892	-0,0002	0,0002	4E-08	0,0004	0,0032
Δ3(25/07/2019)	95619,891	0,0008	0,0008	6,4E-07	-0,0002	0,0026
Δ4(02/09/2019)	95619,892	-0,0002	0,0002	4E-08	0,0004	0,0032
Δ5(30/09/2019)	95619,893	-0,0012	0,0012	1,44E-06	-0,0006	0,0022

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	95619,8918	0,000	0,0032	2,8E-06		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	3 2	Resíduos acima e abaixo do Ep	0 5
-------------------------------------	--------	-------------------------------	--------

σs	0,0008
σm	0,0007
Ep1	0,0006
Ep2	0,0006
Epmédia	0,0006
Emáx	0,0017

	COTA do alvo 10E					
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	1037,123	0,001	0,001	1E-06	0,0001	0,0024
Δ2(19/06/2019)	1037,124	0	0	0	0,0011	0,0034
Δ3(25/07/2019)	1037,123	0,001	0,001	1E-06	0,0001	0,0024
Δ4(02/09/2019)	1037,123	0,001	0,001	1E-06	0,0001	0,0024
Δ5(30/09/2019)	1037,127	-0,003	0,003	9E-06	-0,0019	0,0004

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	1037,124	0,000	0,006	1,2E-05		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	1		Resíduos acima e abaixo do Ep	1
	3			4

σs	0,0017
σm	0,0013
Ep1	0,0012
Ep2	0,0011
Epmédia	0,0011
Emáx	0,0034

	Coordenada M do alvo 11E					
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	72443,973	-0,00200	0,0020	4E-06	0,0000	0,004115975
Δ2(19/06/2019)	72443,974	-0,00350	0,0035	1,225E-05	-0,0015	0,002615975
Δ3(25/07/2019)	72443,97	0,00050	0,0005	2,5E-07	0,0015	0,005615975
Δ4(02/09/2019)	72443,970	0,00050	0,0005	2,5E-07	0,0015	0,005615975
Δ5(30/09/2019)	72443,966	0,00450	0,0045	2,025E-05	-0,0025	0,001615975

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	72443,9705	0,000	0,0110	3,7E-05		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	2		Resíduos acima e abaixo do Ep	2
	3			3

σs	0,0030
σm	0,0025
Ep1	0,0020
Ep2	0,0020
Epmédia	0,0020
Emáx	0,0061

Coordenada P do alvo 11E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	95628,230	0,0014	0,0014	1,96E-06	-0,0002	0,0020
Δ2(19/06/2019)	95628,23	0,0014	0,0014	1,96E-06	-0,0002	0,0020
Δ3(25/07/2019)	95628,232	-0,0006	0,0006	3,6E-07	0,0006	0,0028
Δ4(02/09/2019)	95628,234	-0,0026	0,0026	6,76E-06	-0,0014	0,0008
Δ5(30/09/2019)	95628,231	0,0004	0,0004	1,6E-07	0,0008	0,0030

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	95628,2314	0,000	0,0064	1,12E-05		0
n	5					

Observações acima	2	Resíduos acima	0
e abaixo da média	3	e abaixo do Ep	5

σs	0,0017
σm	0,0014
Ep1	0,0011
Ep2	0,0012
Epmédia	0,0012
Emáx	0,0035

COTA do alvo 11E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	1037,307	-0,0006	0,0006	3,6E-07	0,0005	0,0028
Δ2(19/06/2019)	1037,306	-1E-04	1E-04	1E-08	0,0010	0,0033
Δ3(25/07/2019)	1037,306	-1E-04	1E-04	1E-08	0,0010	0,0033
Δ4(02/09/2019)	1037,303	0,0029	0,0029	8,41E-06	-0,0018	0,0005
Δ5(30/09/2019)	1037,308	-0,0021	0,0021	4,41E-06	-0,0010	0,0013

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	1037,3059	0,000	0,0058	1,32E-05		0
n	5					

Observações acima	4	Resíduos acima	2
e abaixo da média	1	e abaixo do Ep	3

σs	0,0018
σm	0,0013
Ep1	0,0012
Ep2	0,0011
Epmédia	0,0011
Emáx	0,0034

Coordenada M do alvo 12E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	72432,145	-0,00420	0,0042	1,764E-05	-0,0011	0,005213719
Δ2(19/06/2019)	72432,145	-0,00470	0,0047	2,209E-05	-0,0016	0,004713719
Δ3(25/07/2019)	72432,14	0,00030	0,0003	9E-08	0,0028	0,009113719
Δ4(02/09/2019)	72432,137	0,00330	0,0033	1,089E-05	-0,0002	0,006113719
Δ5(30/09/2019)	72432,135	0,00530	0,0053	2,809E-05	-0,0022	0,004113719

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima	
Média	72432,1403	0,000	0,0178	7,88E-05		0
n	5				do Emáx	

Observações acima e	2	Resíduos acima e	1
abaixo da média	3	abaixo do Ep	4

σ _s	0,0044
σ _m	0,0040
Ep1	0,0030
Ep2	0,0033
Epmédia	0,0031
Emáx	0,0094

Coordenada P do alvo 12E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	95641,901	-0,0014	0,0014	1,96E-06	-0,0002	0,0046
Δ2(19/06/2019)	95641,901	-0,0014	0,0014	1,96E-06	-0,0002	0,0046
Δ3(25/07/2019)	95641,9	-0,0004	0,0004	1,6E-07	0,0008	0,0056
Δ4(02/09/2019)	95641,899	0,0006	0,0006	3,6E-07	0,0006	0,0054
Δ5(30/09/2019)	95641,897	0,0026	0,0026	6,76E-06	-0,0014	0,0034

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	95641,8996	0,000	0,0064	1,12E-05		0
n	5					

Observações acima	3	Resíduos acima	0
e abaixo da média	2	e abaixo do Ep	5

σ _s	0,0017
σ _m	0,0014
Ep1	0,0011
Ep2	0,0012
Epmédia	0,0012
Emáx	0,0035

COTA do alvo 12E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	1037,525	-0,0028	0,0028	7,84E-06	-0,0008	0,0032
Δ2(19/06/2019)	1037,524	-0,0023	0,0023	5,29E-06	-0,0003	0,0037
Δ3(25/07/2019)	1037,522	-0,0003	0,0003	9E-08	0,0017	0,0057
Δ4(02/09/2019)	1037,517	0,0047	0,0047	2,209E-05	-0,0027	0,0013
Δ5(30/09/2019)	1037,521	0,0007	0,0007	4,9E-07	0,0013	0,0053
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	1037,5217	0,000	0,0108	3,58E-05		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	3		Resíduos acima e abaixo do Ep	1
	2			4

σs	0,0030
σm	0,0024
Ep1	0,0020
Ep2	0,0020
Epmédia	0,0020
Emáx	0,0060

Coordenada M do alvo 13E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	72408,290	0,00360	0,0036	1,296E-05	-0,0016	0,002523271
Δ2(19/06/2019)	72408,293	0,00060	0,0006	3,6E-07	0,0014	0,005523271
Δ3(25/07/2019)	72408,292	0,00160	0,0016	2,56E-06	0,0004	0,004523271
Δ4(02/09/2019)	72408,297	-0,00340	0,0034	1,156E-05	-0,0014	0,002723271
Δ5(30/09/2019)	72408,296	-0,00240	0,0024	5,76E-06	-0,0004	0,003723271
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	72408,2936	0,000	0,0116	3,32E-05		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	2		Resíduos acima e abaixo do Ep	2
	3			3

σs	0,0029
σm	0,0026
Ep1	0,0019
Ep2	0,0022
Epmédia	0,0020
Emáx	0,0061

Coordenada P do alvo 13E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	95688,686	0,0062	0,0062	3,844E-05	-0,0039	-0,0041
Δ2(19/06/2019)	95688,693	-0,0008	0,0008	6,4E-07	0,0015	0,0013
Δ3(25/07/2019)	95688,693	-0,0008	0,0008	6,4E-07	0,0015	0,0013
Δ4(02/09/2019)	95688,695	-0,0028	0,0028	7,84E-06	-0,0005	-0,0007
Δ5(30/09/2019)	95688,694	-0,0018	0,0018	3,24E-06	0,0005	0,0003

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	95688,6922	0,000	0,0124	5,08E-05		2
n	5					

Observações acima e abaixo da média	4		Resíduos acima e abaixo do Ep	0
	1			5

σs	0,0036
σm	0,0028
Ep1	0,0024
Ep2	0,0023
Epmédia	0,0023
Emáx	0,0070

COTA do alvo 13E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	1041,861	-0,001	0,001	1E-06	-0,0003	0,0011
Δ2(19/06/2019)	1041,86	0	0	0	0,0007	0,0021
Δ3(25/07/2019)	1041,859	0,001	0,001	1E-06	-0,0003	0,0011
Δ4(02/09/2019)	1041,859	0,001	0,001	1E-06	-0,0003	0,0011
Δ5(30/09/2019)	1041,861	-0,001	0,001	1E-06	-0,0003	0,0011

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	1041,86	0,000	0,004	4E-06		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	2		Resíduos acima e abaixo do Ep	1
	2			4

σs	0,0010
σm	0,0009
Ep1	0,0007
Ep2	0,0007
Epmédia	0,0007
Emáx	0,0021

Coordenada M do alvo 14E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	72404,948	0,00000	0,0000	0	0,0000	0
Δ2(19/06/2019)	72404,948	0,00000	0,0000	0	0,0000	0
Δ3(25/07/2019)	72404,948	0,00000	0,0000	0	0,0000	0
Δ4(02/09/2019)	72404,948	0,00000	0,0000	0	0,0000	0
Δ5(30/09/2019)	72404,948	0,00000	0,0000	0	0,0000	0

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima	
Média	72404,9480	0,000	0,0000	0	do Emáx	0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	0		Resíduos acima e abaixo do Ep	5
	0			0

σ _s	0,0000
σ _m	0,0000
Ep1	0,0000
Ep2	0,0000
Epmédia	0,0000
Emáx	0,0000

Coordenada P do alvo 14E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	95711,945	-0,001	0,001	1E-06	-0,0003	0,0009
Δ2(19/06/2019)	95711,944	0	0	0	0,0007	0,0019
Δ3(25/07/2019)	95711,943	0,001	0,001	1E-06	-0,0003	0,0009
Δ4(02/09/2019)	95711,943	0,001	0,001	1E-06	-0,0003	0,0009
Δ5(30/09/2019)	95711,945	-0,001	0,001	1E-06	-0,0003	0,0009

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	95711,9440	0,000	0,004	4E-06		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	2		Resíduos acima e abaixo do Ep	1
	2			4

σ _s	0,0010
σ _m	0,0009
Ep1	0,0007
Ep2	0,0007
Epmédia	0,0007
Emáx	0,0021

COTA do alvo 14E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	1043,998	0,0004	0,0004	1,6E-07	0,0002	0,0015
Δ2(19/06/2019)	1043,997	0,0014	0,0014	1,96E-06	-0,0008	0,0005
Δ3(25/07/2019)	1043,999	-0,0006	0,0006	3,6E-07	0,0000	0,0013
Δ4(02/09/2019)	1043,999	-0,0006	0,0006	3,6E-07	0,0000	0,0013
Δ5(30/09/2019)	1043,999	-0,0006	0,0006	3,6E-07	0,0000	0,0013
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	1043,9984	0,000	0,0036	3,2E-06		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	3		Resíduos acima e abaixo do Ep	1
	2			4

σ _s	0,0009
σ _m	0,0008
Ep1	0,0006
Ep2	0,0007
Ep média	0,0006
Emáx	0,0019

Coordenada M do alvo 16E						
Campanhas	Leituras	v	v	v ²	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	72393,234	-0,00380	0,0038	1,444E-05	0,0019	0,013311001
Δ2(19/06/2019)	72393,232	-0,00180	0,0018	3,24E-06	0,0039	0,015311
Δ3(25/07/2019)	72393,234	-0,00380	0,0038	1,444E-05	0,0019	0,013311001
Δ4(02/09/2019)	72393,236	-0,00580	0,0058	3,364E-05	-0,0001	0,011311
Δ5(30/09/2019)	72393,215	0,01520	0,0152	0,00023104	-0,0095	0,001911001
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	72393,2302	0,000	0,0304	0,0002968		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	4		Resíduos acima e abaixo do Ep	0
	1			5

σ _s	0,0086
σ _m	0,0068
Ep1	0,0057
Ep2	0,0057
Ep média	0,0057
Emáx	0,0171

Coordenada P do alvo 16E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	95763,497	0,0004	0,0004	1,6E-07	0,0037	0,0047
Δ2(19/06/2019)	95763,499	-0,0016	0,0016	2,56E-06	0,0025	0,0035
Δ3(25/07/2019)	95763,501	-0,0036	0,0036	1,296E-05	0,0005	0,0015
Δ4(02/09/2019)	95763,503	-0,0056	0,0056	3,136E-05	-0,0015	-0,0005
Δ5(30/09/2019)	95763,487	0,0104	0,0104	0,00010816	-0,0063	-0,0053

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	95763,4974	0,000	0,0216	0,0001552		2
n	5					

Observações acima e abaixo da média	3		Resíduos acima e abaixo do Ep	0
	2			5

σs	0,0062
σm	0,0048
Ep1	0,0042
Ep2	0,0040
Epmédia	0,0041
Emáx	0,0123

COTA do alvo 16E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	1044,339	-0,0008	0,0008	6,4E-07	0,0009	0,0043
Δ2(19/06/2019)	1044,338	0,0002	0,0002	4E-08	0,0015	0,0049
Δ3(25/07/2019)	1044,336	0,0022	0,0022	4,84E-06	-0,0005	0,0029
Δ4(02/09/2019)	1044,336	0,0022	0,0022	4,84E-06	-0,0005	0,0029
Δ5(30/09/2019)	1044,342	-0,0038	0,0038	1,444E-05	-0,0021	0,0013

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	1044,3382	0,000	0,0092	2,48E-05		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	2		Resíduos acima e abaixo do Ep	1
	3			4

σs	0,0025
σm	0,0021
Ep1	0,0017
Ep2	0,0017
Epmédia	0,0017
Emáx	0,0051

	Coordenada M do alvo 17E					
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	72387,111	-0,00100	0,0010	1E-06	0,0000	0,002091265
Δ2(19/06/2019)	72387,111	-0,00100	0,0010	1E-06	0,0000	0,002091265
Δ3(25/07/2019)	72387,111	-0,00100	0,0010	1E-06	0,0000	0,002091265
Δ4(02/09/2019)	72387,108	0,00200	0,0020	4E-06	-0,0010	0,001091265
Δ5(30/09/2019)	72387,109	0,00100	0,0010	1E-06	0,0000	0,002091265

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	72387,1100	0,000	0,0060	8E-06		0
n	5					

Observações acima e	3		Resíduos acima e	4
abaixo da média	2		abaixo do Ep	1

σs	0,0014
σm	0,0013
Ep1	0,0009
Ep2	0,0011
Epmédia	0,0010
Emáx	0,0031

Coordenada P do alvo 17E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	95787,070	0,0018	0,0018	3,24E-06	-0,0009	0,0017
Δ2(19/06/2019)	95787,072	-0,0002	0,0002	4E-08	0,0007	0,0033
Δ3(25/07/2019)	95787,071	0,0008	0,0008	6,4E-07	0,0001	0,0027
Δ4(02/09/2019)	95787,073	-0,0012	0,0012	1,44E-06	-0,0003	0,0023
Δ5(30/09/2019)	95787,073	-0,0012	0,0012	1,44E-06	-0,0003	0,0023

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	95787,0718	0,000	0,0052	6,8E-06		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	3		Resíduos acima e abaixo do Ep	0
	2			5

σs	0,0013
σm	0,0012
Ep1	0,0009
Ep2	0,0010
Epmédia	0,0009
Emáx	0,0028

COTA do alvo 17E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	1045,948	-0,0026	0,0026	6,76E-06	-0,0014	0,0009
Δ2(19/06/2019)	1045,944	0,0014	0,0014	1,96E-06	-0,0002	0,0021
Δ3(25/07/2019)	1045,945	0,0004	0,0004	1,6E-07	0,0008	0,0031
Δ4(02/09/2019)	1045,944	0,0014	0,0014	1,96E-06	-0,0002	0,0021
Δ5(30/09/2019)	1045,946	-0,0006	0,0006	3,6E-07	0,0006	0,0029
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	1045,9454	0,000	0,0064	1,12E-05		0
n	5					

Observações acima	2		Resíduos acima	1
e abaixo da média	3		e abaixo do Ep	4

σs	0,0017
σm	0,0014
Ep1	0,0011
Ep2	0,0012
Epmédia	0,0012
Emáx	0,0035

Coordenada M do alvo 18E						
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	72387,370	0,00080	0,0008	6,4E-07	-0,0002	0,000931087
Δ2(19/06/2019)	72387,372	-0,00120	0,0012	1,44E-06	-0,0006	0,000531087
Δ3(25/07/2019)	72387,371	-0,00020	0,0002	4E-08	0,0004	0,001531087
Δ4(02/09/2019)	72387,371	-0,00020	0,0002	4E-08	0,0004	0,001531087
Δ5(30/09/2019)	72387,37	0,00080	0,0008	6,4E-07	-0,0002	0,000931087
		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima	
Média	72387,3708	0,000	0,0032	2,8E-06		0
n	5				do Emáx	

Observações acima e	3		Resíduos acima e	5
abaixo da média	2		abaixo do Ep	0

σs	0,0008
σm	0,0007
Ep1	0,0006
Ep2	0,0006
Epmédia	0,0006
Emáx	0,0017

	Coordenada P do alvo 18E					
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	95787,545	0,00214	0,00214	4,5796E-06	-0,0012	0,0014
Δ2(19/06/2019)	95787,547	0,00014	0,00014	1,96E-08	0,0008	0,0034
Δ3(25/07/2019)	95787,547	0,00014	0,00014	1,96E-08	0,0008	0,0034
Δ4(02/09/2019)	95787,548	-0,00086	0,00086	7,396E-07	0,0001	0,0027
Δ5(30/09/2019)	95787,5487	-0,00156	0,00156	2,4336E-06	-0,0006	0,0020

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	95787,5471	0,000	0,00484	7,792E-06		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	2		Resíduos acima e abaixo do Ep	2
	3			3

σs	0,0014
σm	0,0011
Ep1	0,0009
Ep2	0,0009
Epmédia	0,0009
Emáx	0,0027

	COTA do alvo 18E					
Campanhas	Leituras	v	v	v^2	Ep-v	Emáx - v
Δ1(29/04/2019)	1046,320	-0,0032	0,0032	1,024E-05	-0,0020	0,0004
Δ2(19/06/2019)	1046,316	0,0008	0,0008	6,4E-07	0,0004	0,0028
Δ3(25/07/2019)	1046,316	0,0008	0,0008	6,4E-07	0,0004	0,0028
Δ4(02/09/2019)	1046,316	0,0008	0,0008	6,4E-07	0,0004	0,0028
Δ5(30/09/2019)	1046,316	0,0008	0,0008	6,4E-07	0,0004	0,0028

		Σ	Σ	Σ	Resíduos acima do Emáx	
Média	1046,3168	0,000	0,0064	1,28E-05		0
n	5					

Observações acima e abaixo da média	1		Resíduos acima e abaixo do Ep	0
	4			5

σs	0,0018
σm	0,0014
Ep1	0,0012
Ep2	0,0012
Epmédia	0,0012
Emáx	0,0036

Anexo VI – Leituras das Campanhas de Observação e Respetiva

Data de Observação

Indicação das campanhas e sua data de observação:

Número 1 – Campanha de Referência realizada em 29/05/20149

Número 2 – 2ª Campanha realizada em 19/06/2019

Número 3 – 3ª Campanha realizada em 25/07/2019

Número 4 – 4ª Campanha realizada em 02/09/2019

Número 5 – 5ª Campanha realizada em 30/09/2019

Anexo VII – CD (informação e dados em formato digital do Projeto VICEG)